


تصفیه فاضلاب



اهداف دوره

پس از پایان دوره، شرکت کنندگان در دوره باید شناخت کاملی در خصوص موارد زیر داشته باشند :

- انواع فاضلاب، دلایل تصفیه فاضلاب، مشخصات فاضلاب،
- انواع فرآیندهای تصفیه فاضلاب: فرآیندهای تصفیه مقدماتی، ثانویه، تصفیه تکمیلی فاضلاب
- انواع روش های تصفیه بیولوژیکی فاضلاب شامل: صافی چکنده، لجن فعال، استخرهای تثبیت فاضلاب،
- مصارف مجدد پساب تصفیه شده



تعريف فاضلاب : آب مصرف شده اي كه از حالت
انتفاعي خود ساقط مي شود را فاضلاب گويند.

تقسيم بندي فاضلاب:

خانگي

صنعتي

تجاري و مؤسسات


سطحي

کشاورزي



تعريف فاضلاب صنعتي و اثرات آنها روي محيط زيست

به آبهاي مصرف شده در واحدهاي مختلف يك صنعت يا واحد توليدي كه بنحوي دچار نوعي آلودگي شده باشند فاضلاب صنعتي گفته مي شود.



مهمترین تفاوتی که می تواند فاضلاب صنعتی با خانگی داشته باشد عبارت است از:

1- امکان وجود مواد و ترکیبات شیمیایی و سمی در فاضلاب صنعتی بیشتر است.

2- خاصیت خوردندگی آن بیشتر است.

3- خاصیت اسیدی و قلیائی بیشتری دارد

- امکان وجود ارگانیزم های زنده در آن کمتر است.

انواع فاضلابهاي صنعتي توليدي از يك واحد صنعتي

- 1- فاضلاب فرآیند : فاضلابي که در خط تولید ایجاد شده و داراي مواد يا محصولات آن واحد میباشد. مثلاً در فاضلاب کارخانه نساجي (موادي مانند رنگ ، روغن و آحار مواد سفید کننده يا دترجنتها موجود مي باشد.)
- 2- فاضلاب ناشي از ديگهاي بخار، فاضلاب احياي رزینها و برج خنك کننده حاوي نمكهاي محلول و فلزات هستند که با فاضلاب فرآیند ماهیت كاملاً متفاوتي دارند.
- 3- فاضلاب ناشي از شستشوي دستگاهها و ماشين آلات کارخانه: در مواقع تعمیر يك واحد صنعتي این فاضلاب توليد مي شود.
- 4- فاضلاب ناشي از شستشوي کارگران يا استحمام و فاضلاب انساني این فاضلاب كاملاً مشابه با فاضلاب خانگي بوده است.

آلاینده های مهم فاضلابهای صنعتی

- مواد آلی : ترکیبات آلی طبیعی و مصنوعی که معمولاً با پارامترهایی مانند سنجیده میشود. در اکثر کارخانجات این مواد آلی وجود دارد. در کارخانه آبکاری مواد آلی نداریم.

- املاح معدنی مانند نمکها، ترکیبات معدنی دیگر

- اسیدیته و قلئائیت: فاضلاب کارخانجات آبکاری اسیدی و چوب و کاغذ قلئایی است.


- مواد معلق و کلوئیدی که در فاضلابهای صنعتی یافت میشوند. و سیستم تصفیه بیولوژیکی را مختل کرده و ایجاد کدورت میکنند.

- کدورت


- مواد شناور (مواد تولید کننده کف، روغن و چربی ، گریس و غیره) از نفوذ نور و اکسیژن به داخل آب جلوگیری می کند. عمل فتوسنتز دچار اشکال می شود.

آلاینده های مهم فاضلابهای صنعتی

- ترکیبات شیمیایی سمی: آفت کشها و علف کشها ، سیانور
- فلزات سنگین : مانند کروم، کبالت، مس، سرب، جیوه که از صنایعی مانند آبکاری و د باغی و خودروسازی تولید میگردند.
- رنگ و ترکیبات رنگی: منظره های ناهنجار روی فاضلاب ایجاد میکنند.
- ترکیبات مغزی: ازت و فسفر در ایجاد اتریفیکاسیون مؤثر هستند.
- ترکیبات رادیواکتیو: که در داخل برخی آزمایشگاهها و بیمارستانها تولید میشود پاتوژنها: عموماً در فاضلاب بیمارستانها یافت میگردند



تنها قسمتي از فاضلاب كارخانه ها كه تقريباً در تمام
كارخانه ها خاصيت يكساني دارد فاضلاب حاصل از
قسمت هاي خنك كننده آنهاست. آلودگي اين فاضلابها
بسته به تعداد دفعاتي كه آب براي خنك كردن در
كارخانه بكار برده شده است متفاوت مي باشد و
معمولاً آلودگي آنها كمتر از فاضلابهاي واحدهاي ديگر
است و بيشتر به صورت وجود مواد نفتي و روغني
در آنها نمودار مي شود.



اهداف اصلي در تصفيه فاضلاب:

. تأمين شرايط بهداشتي براي زندگي مردم

. پاك نگهداشتن محيط زيست

. بازيابي فاضلاب

خصوصیات فاضلاب

کمیت:

در مورد فاضلابهای شهری و خانگی بستگی به میزان آب مصرفی – فرهنگ و آداب و رسوم – قیمت آب – کیفیت و نوع آب و هوای منطقه بستگی دارد و حدود 70% آب مصرفی به فاضلاب تبدیل می شود و در اغلب صنایع شدت جریان فاضلاب یکنواخت نیست و چون تابعی از فعالیت های مختلف در کارخانه می باشد بنابراین در ساعات مختلف میزان مختلفی از پساب جاری میگردد. مثلاً در صنایع نساجی مقدار زیادی فاضلاب در زمان تخلیه مخازن رنگرزی جاری میگردد. در حالیکه در مواقع دیگر فاضلاب کارخانه بسیار اندک می باشد. حتی در بعضی از صنایع در روزهای مختلف نیز دبی حجمی فاضلاب تغییر می کند. و گاهی نیز در ماه های مختلف فصل های مختلف این تغییرات عمده ایده می شود بعنوان مثال کارخانجات قند غالباً در فصل پائیز که فعالیت اصلی فرد را دارند پساب زیادی ایجاد می کنند و یا کارخانجات کنسروسازی که ماهیت فعالیت آنها فصلی است در ماه های مختلف سال از نظر حجم پساب تولید شده در نوسان می باشند بنابراین در مورد فاضلابهای صنعتی اطلاعات مربوط به نوسانات جریان در طرح سیستم تصفیه و محاسبه و انتخاب واحدهای مختلف نیز اساسی و ضروری است



خصوصیات فاضلاب

کیفیت:

خصوصیات فیزیکی فاضلاب
خصوصیات شیمیائی
فاضلاب

خصوصیات فیزیکی فاضلاب

رنگ: رنگ فاضلاب شهری نشان دهنده عمر آن است فاضلاب تازه دارای رنگ خاکستری است ولی پس از مدتی گندیدگی و کهنه شدن رنگ آن تیره و سیاه می گردد . در صنایع رنگ آن بستگی به نوع مواد مصرفی دارد.

بو: بوی فاضلاب ناشی از گازهایی است که در اثر متلاشی شدن مواد آلی بوجود می آید بوی فاضلاب تازه قابل تحمل تر از بوی فاضلاب کهنه است بوی فاضلاب کهنه ناشی از گاز هیدروژن سولفور است که در اثر فعالیت باکتریهای بی هوازی رخ می دهد.

دمای فاضلاب : بعلت اعمال زیستی گرمای فاضلاب معمولاً بیشتر و گرمتر از آب در همان محیط است.

وزن مخصوص فاضلاب: با توجه به سبک بودن مواد خارجی برابر آب در نظر گرفته می شود.

فاضلاب : فاضلاب تازه دارای پی اچ = 7 ولی در اثر گندیدگی پی اچ آن اسیدی می شود. PH



خصوصیات شیمیایی فاضلاب

مواد آلی

مواد غیر آلی: وجود آنیونها و کاتیونها در فاضلاب البته این خصوصیات برای فاضلاب صنعتی تفاوت دارد چون مواد بطور اکتیو به فاضلاب وارد می شود برای فاضلابهای که بیشترین منبع آن صنعتی است.

مواد خارجی در فاضلاب

Soulubeysolid محلول

S.S غیر محلول و معلق

مواد معلق

مواد معلق آلی که در حرارت 500 درجه از بین می روند
500 c باقی مانده پس از Fix matter مواد معلق غیر آلی

مواد خارجی در فاضلاب

آلی محلول یا نامحلول

غیر آلی محلول یا نامحلول

مواد آلی

تجزیه پذیر: محلول و نامحلول (معلق)

تجزیه نا پذیر: محلول و نامحلول (معلق)

کل محلول داخل فاضلاب :

مواد محلول غیر آلی

مواد محلول آلی تجزیه پذیر

مواد محلول آلی تجزیه ناپذیر

کل مواد معلق داخل فاضلاب

مواد معلق غیر آلی

مواد معلق آلی تجزیه پذیر

مواد معلق آلی تجزیه ناپذیر

معمولا 70-75 درصد مواد معلق آلی و بقیه غیر آلی هستند

حدود 50 درصد فاضلاب تازه شهری مواد آلی محلول است

3 پارامتر مهم در طراحی تصفیه خانه های فاضلاب

1- میزان مواد آلی تجزیه پذیر

2- میزان مواد معلق فاضلاب

3- دبی سرانه فاضلاب

فاکتورهای مؤثر در انتخاب روش تصفیه فاضلابهای صنعتی

- ماهیت فاضلاب صنعتی و غلظت آن و دبی
- میزان تصفیه لازم
- امکانات خاص هر واحد صنعتی
- فراوانی آب
- شرایط آب و هوایی منطقه
- تکنولوژی و مواد قابل دسترسی
- امکان انتقال برخی جریان به شبکه فاضلاب شهری
- دسترسی به زمین مناسب
- مسئله اقتصادی طرح

مراحل و دسته بندی روشهای تصفیه فاضلاب صنعتی

- مرحله پیش تصفیه (تصفیه فاضلابهای غلیظ)
- تصفیه مقدماتی: غربال (آشغالگیر – شن گیر – جداسازی روغن و چربی و مواد معلق و سنگین، متعادل سازی و خنثی سازی)
 - تصفیه اولیه: استفاده از ته نشین ساده، انعقاد شیمیایی، صافی (کلاریفایر)، شناورسازی
- تصفیه ثانویه: (بیولوژیکی) شامل کلیه روشهای بیولوژیکی، برکه های تصفیه، بیوفیلرها، فیلترهای چکنده
- تصفیه پیشرفته: ازن زنی، حذف فسفر، حذف ازت، حذف فلزات سنگین، کلرزنی – جذب توسط کربن فعال. اسمز معکوس



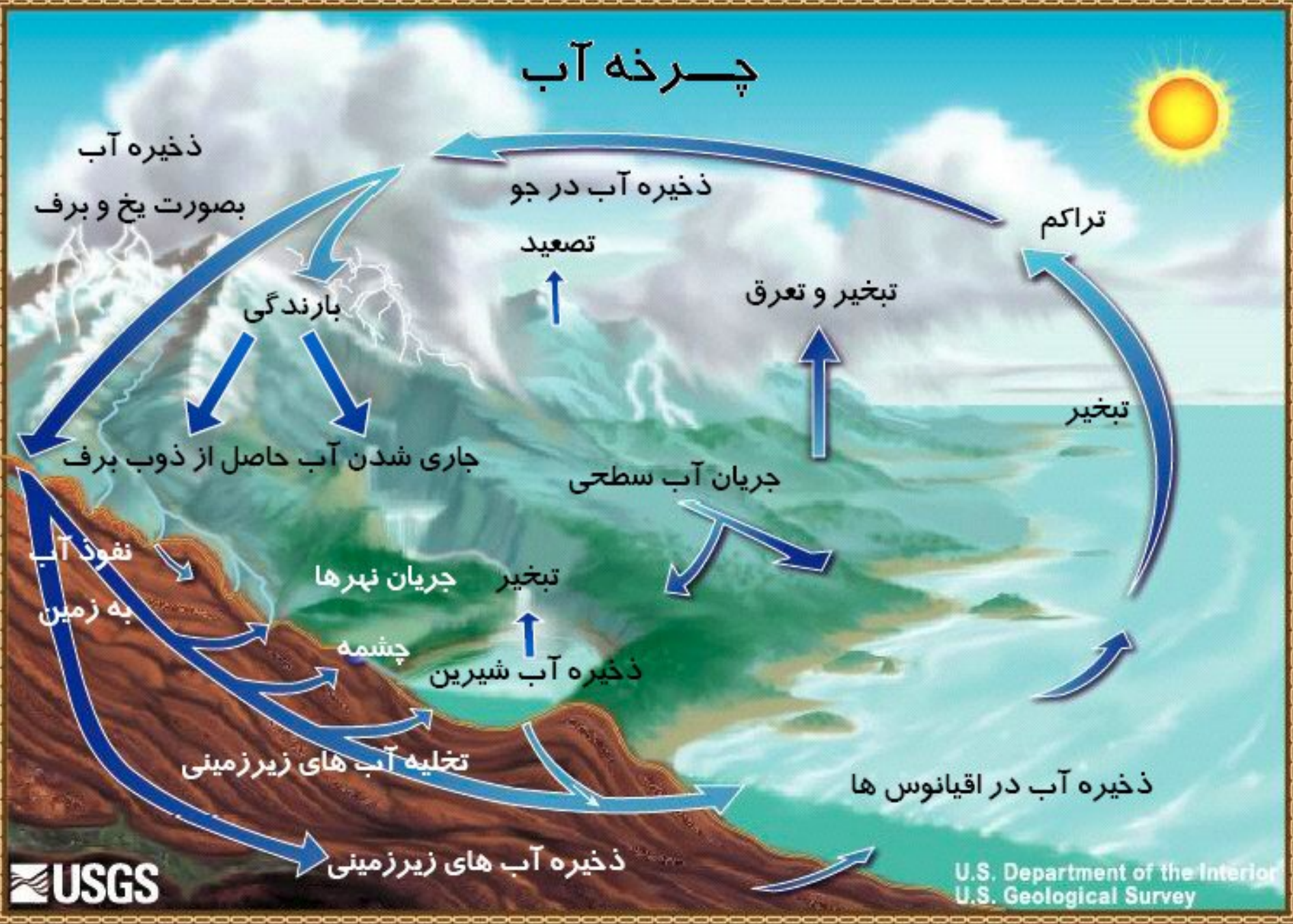
متعادل سازي و نقش آن در پيش تصفيه

■ هدف كلي متعادل سازي به حداقل رساندن يا كنترل تغييرات در ماهيت فاضلاب است تا شرايط بهينه براي تصفيه در تصفيه خانه فراهم گردد. نوع و اندازه مخزن متعادل سازي تابع مقدار فاضلاب ، ميزان تغييرات آن متفاوت است.

بطور کلی اهداف و نقش حوض متعادل سازی عبارتند از

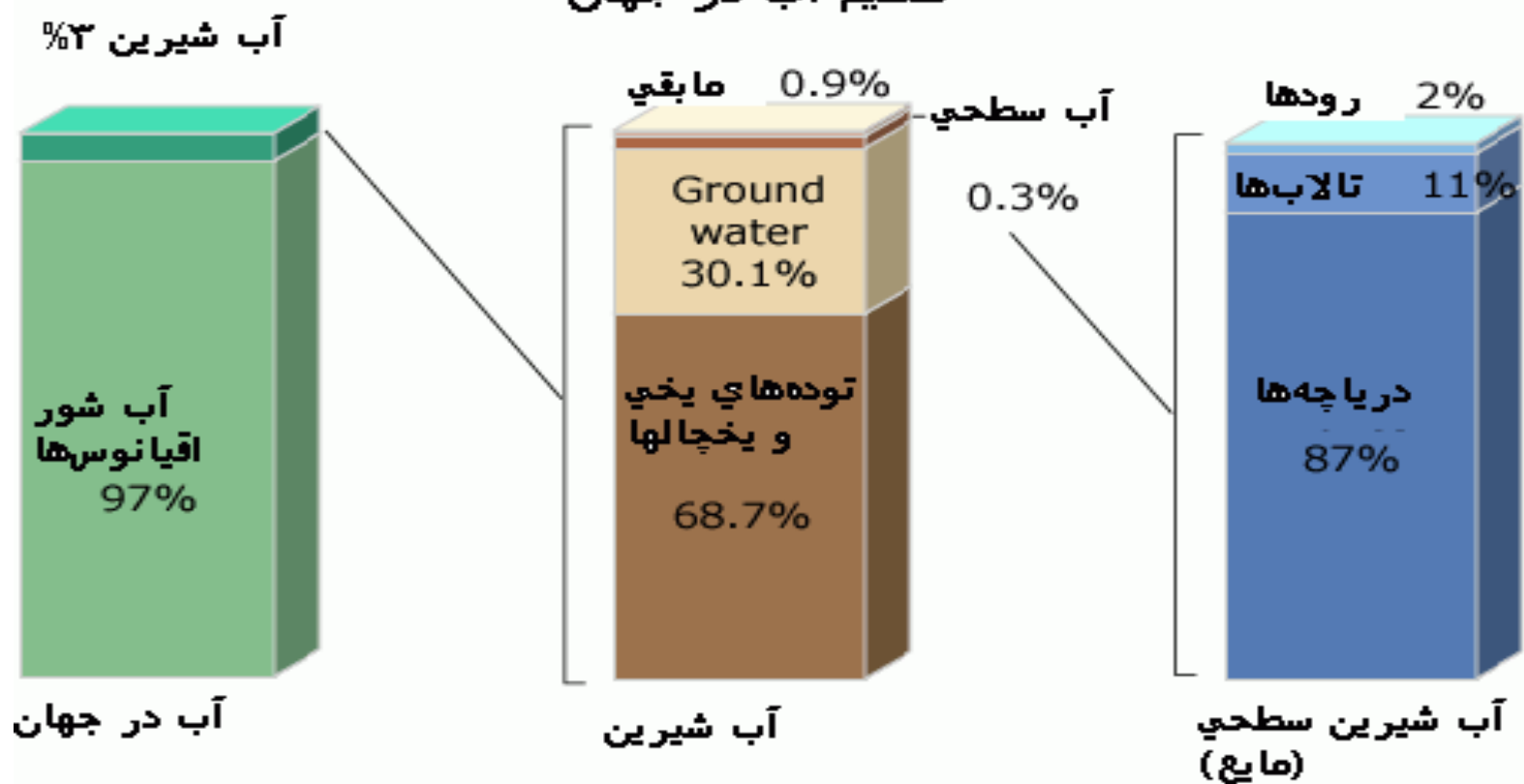
- کنترل پی اچ در نتیجه به حداقل رساندن مواد شیمیایی مصرفی
- تعدیل نمودن بار آلی فاضلاب (یکنواخت سازی)
- تعدیل نمودن بار هیدرولیکی فاضلاب
- تعدیل دمای فاضلاب
- فراهم ساختن فاضلاب پیوسته برای سیستمهای بیولوژیکی در مواقعی که کارخانه تعطیل است.
- جهت جلوگیری از ورود غلظت زیاد مواد سمی به سیستمهای بیولوژیکی، غلظت فلزات سنگین کمتر از یک تا ده میلی گرم بر لیتر باشد
- اکسیداسیون ترکیبات احیاء شده موجود در فاضلاب مثل سولفید
- پیش هوادهی فاضلاب به منظور بالابردن میزان تصفیه در فرآیندهای بعدی
- کاهش و کنترل رنگ و بو (جهت ترکیب مواد میتوان از هوادهی استفاده کرد).
- دفع برخی ترکیبات فرار
- افزودن مواد مغذی برای سیستم های بیولوژیکی

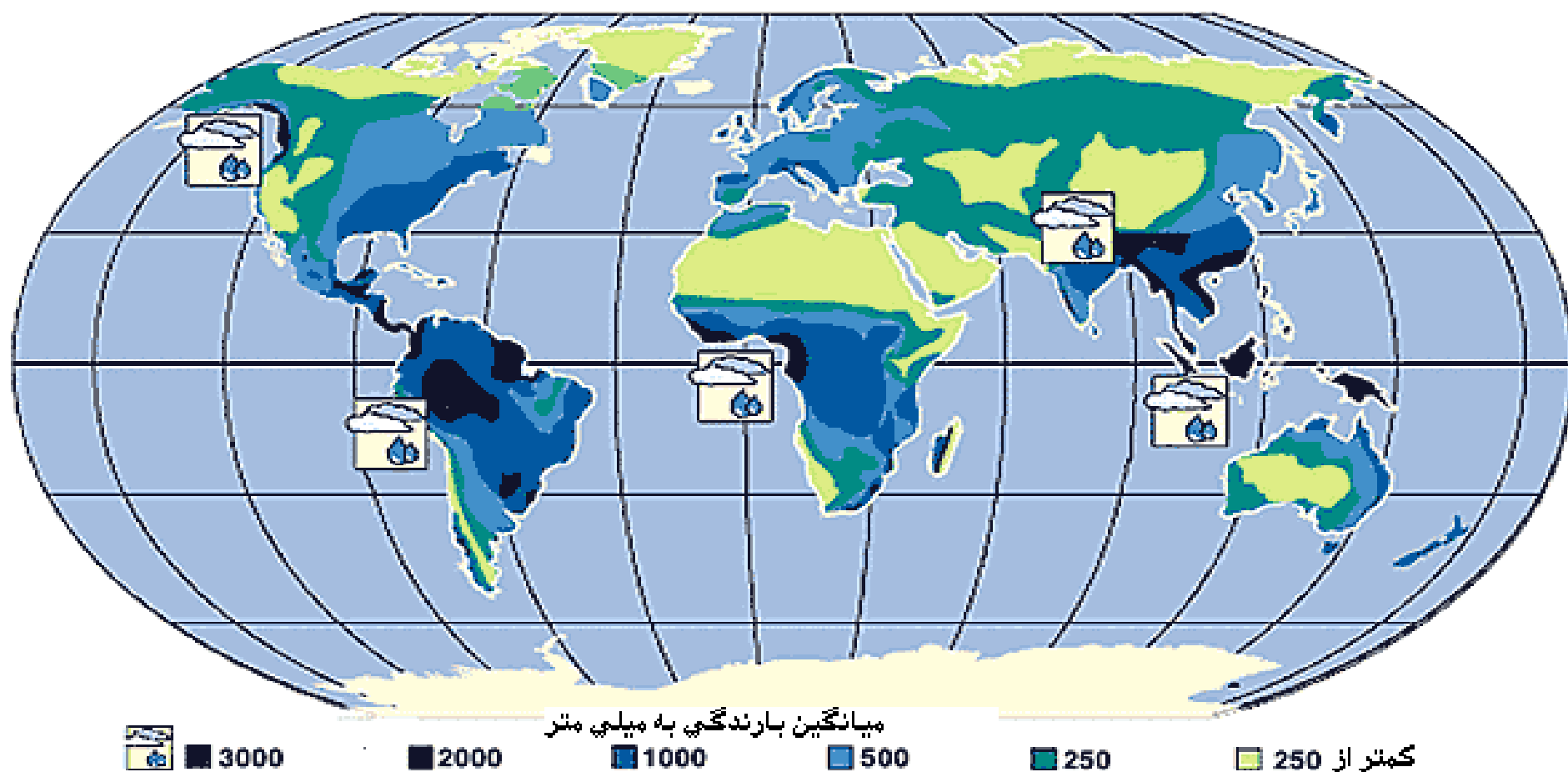
چرخه آب



- توجه کنید که ۹۷ درصد از کل حجم ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب، آب شور می باشد.
- از ۳ درصد باقی مانده، بیش از ۶۸ درصد در یخ و یخچال های طبیعی می باشد.
- منابع آب شیرین، مانند رودخانه ها و دریاچه ها، فقط ۹۳۱۰۰ کیلومتر مکعب که فقط ۱ قسمت از ۷۰۰ قسمت کل آب می باشد. اما با این وجود، رودخانه ها و دریاچه ها مهمترین منبع آب تمامی مردم روی زمین می باشند.

تقسیم آب در جهان





Credit: Earth Forum, Houston Museum of Natural Science

تاریخچه تصفیه فاضلاب

- آثار جمع آوری فاضلاب به اوایل قرن نوزدهم میلادی بر می گردد.
- آثار تصفیه اصولی فاضلاب به اوایل قرن بیستم میلادی بر می گردد.
- پیدایش نظریات میکروبی کخ و پاستور در نیمه دوم قرن نوزدهم میلادی آغاز انقلابی در علم بهداشت عمومی بود. قبل از آن رابطه مابین آلودگی و بیماری فقط به صورت مبهم شناخته شده بود و از علم نوپای باکتری شناسی استفاده ای در تصفیه فاضلاب نشده بود.

تاریخچه تصفیه فاضلاب در ایران

شواهد حاکی از وجود شبکه جمع آوری فاضلاب در تخت جمشید می باشد.

سیستم گرمایش حمام معروف شیخ بهایی از گاز متان آزاد شده حاصل از تصفیه فاضلاب به روش بیهوازی بوده است.

اهداف تصفیه فاضلاب

- بهداشت همگانی: فاضلاب دارای مواد و میکروارگانیسم هایی است که برای سلامت بشری تواند بسیار مضر باشد، و از طریق ورود به منابع آبی یا محیط زیست باعث گسترش آلودگی گردد.
- نظم محیط زیست: در اثر بارندگی یا بارش برف، آبهای سطحی به دلیل نفوذپذیری کم سطح خیابان ها می تواند طغیان نموده و نظم زندگی شهری را به هم بزند، لذا جمع آوری آب های سطحی توسط یک سیستم جمع آوری آبهای سطحی بسیار ضروری است.
- کاربرد مجدد پساب تصفیه شده: منابع آب شیرین بسیار محدود است، پساب تصفیه شده منبع بسیار مناسبی برای مصارف آبیاری و کشاورزی، غیر بهداشتی نظیر شست و شو (اتوموبیل، خیابان حیاط منازل ...) می تواند باشد.

اجزای تشکیل دهنده فاضلاب

اجزای تشکیل دهنده فاضلاب هر جامعه تابعی است از نوع سیستم جمع آوری که ممکن است به صورت زیر باشد:

- فاضلاب خانگی (بهداشتی) : فاضلاب واحدهای مسکونی، تجاری، اداری، مراکز کوچک صنعتی و تاسیساتی مشابه می باشند.
- فاضلاب صنعتی : فاضلابی است که در آن فضولات صنعتی بیشتر است.
- نشتاب ورودی یا نفوذی: آب وارد شده به شبکه جمع آوری فاضلاب:
 - از طریق ورود از دریچه های منهول ها و یا از طریق ارتباطات زهکش های آبهای سطحی نظیر ناودان پشت بام ها (نشتاب ورودی)
 - از طریق نفوذ به لوله های شبکه جمع آوری فاضلاب دارای شکستگی یا از طریق دیواره های متخلخل
- آب های سطحی : جریان های سطحی که از بارش باران یا ذوب برف حاصل می شود



اجزای تشکیل دهنده فاضلاب

انواع شبکه جمع آوری فاضلاب

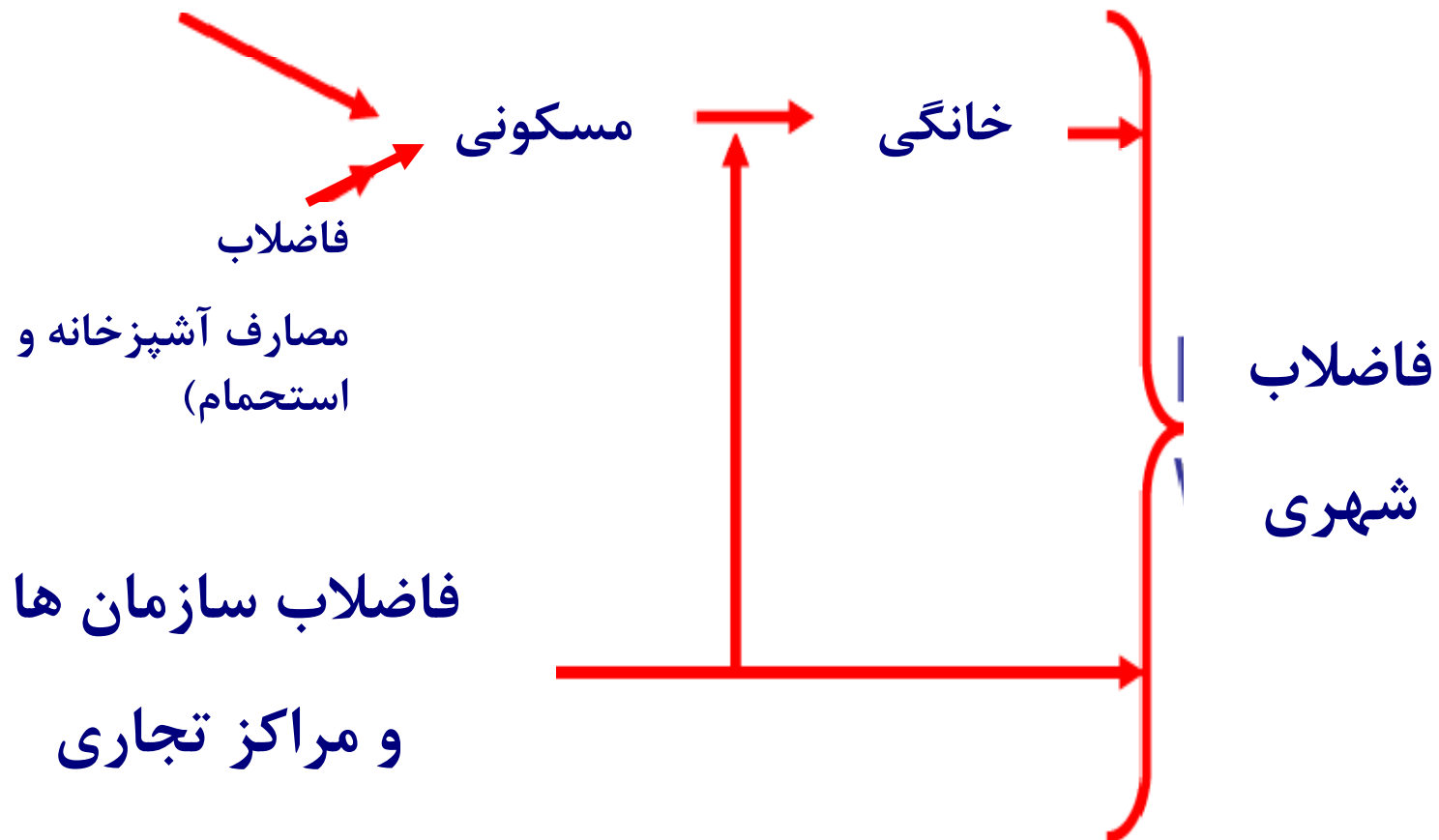
- شبکه فاضلاب بهداشتی
- شبکه آبهای سطحی
- شبکه مختلط

در صورت استفاده از شبکه مختلط، فاضلاب جاری در شبکه علاوه بر فاضلاب خانگی، صنعتی و نشتاب (ورودی/نفوذی) شامل آب ناشی از بارندگی یا ذوب برف نیز خواهد بود.

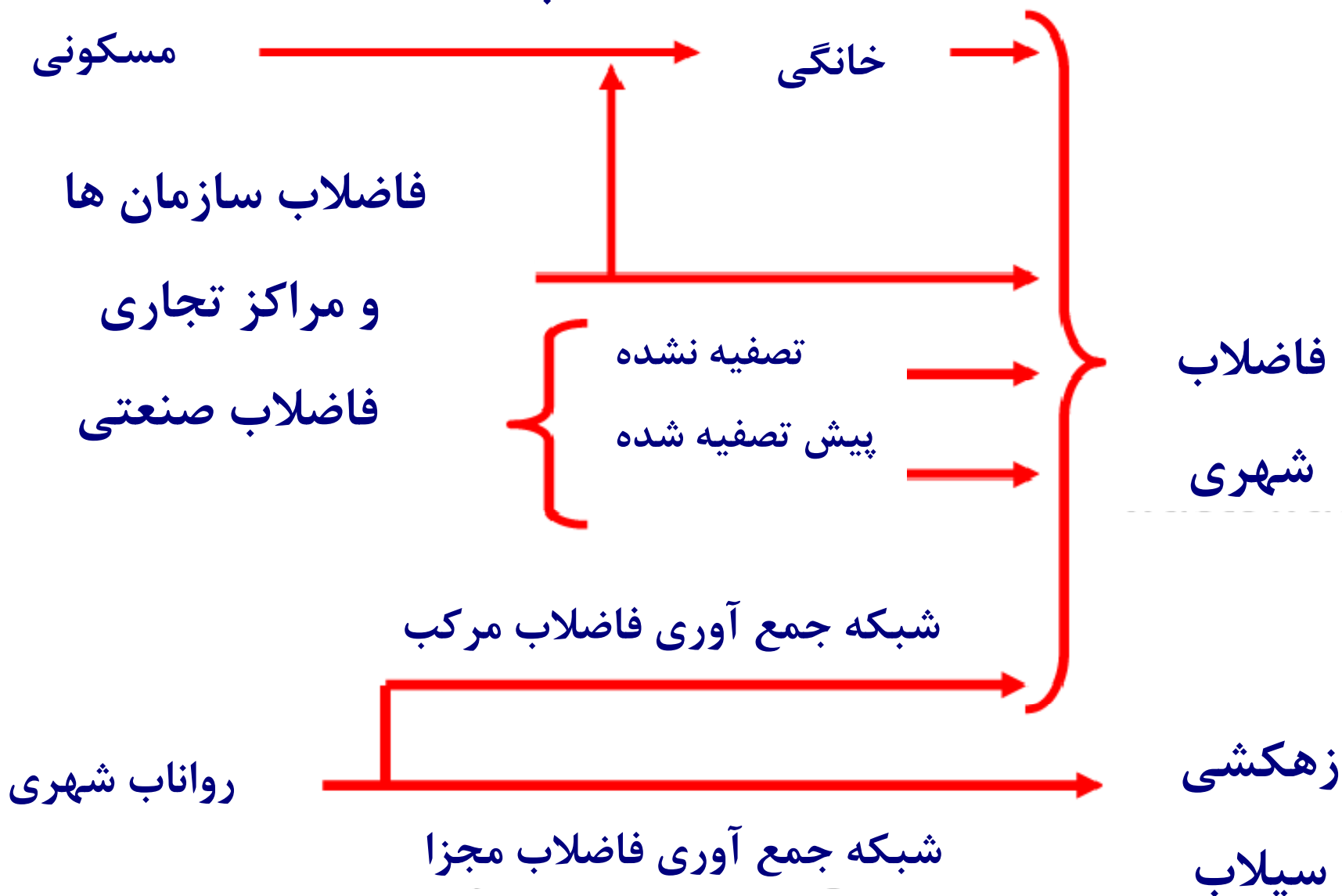
- در هر حالت کیفیت فاضلاب بستگی به شرایط محلی و فصلی متغیر خواهد بود.

منشاء فاضلاب

فاضلاب توالت



منشاء فاضلاب



منشاء فاضلاب



جریان فاضلاب

جریان
ورودی

تراوش

عکس العمل ها

تصفیه خانه

نشت

Cooling/
Heating

جریان ورودی
جریان خروجی

جریان
خروجی

آب دریافتی



مطالعات جمعیتی

با اطلاع از کل جمعیت یک شهر یا یک منطقه می توان حجم کل آب مصرفی شهر را برآورد نمود. برای این منظور باید در مورد چگونگی تراکم و توزیع جمعیت در زمان حال و آینده است.

روش های برآورد جمعیت هر چه پیش بینی جمعیت استفاده کننده از تاسیسات تا پایان دوره طرح دقیق تر باشد، هزینه های اضافی ناشی از تخمین بالای ظرفیت تاسیسات کمتر خواهد شد و مشکلات ناشی از عدم تامین اهداف دوره طرح کاهش خواهد یافت.

عوامل موثر بر جمعیت:
زاد و ولد، مرگ و میر، مهاجرت، ملحق شدن جوامع به یکدیگر، جنگ، بیماری ها و بلایای طبیعی و ... بر میزان جمعیت یک شهر موثر می باشند.

مطالعات جمعیتی

روش های برآورد جمعیت

جهت محاسبات و تحلیل جمعیت آینده ی هر شهر به آمار و اطلاعات جمعیتی گذشته و حال آن شهر نیاز است که آنها را می توان از منابع زیر بدست آورد:

- سرشماری عمومی، رسمی و جاری کشور (هر ده سال یکبار از سال ۱۳۳۵ تاکنون)
- آمارهای تهیه شده، توسط ارگان های محلی و سازمان های دولتی (بین دو سرشماری)
 - کوپن یا دفترچه ارزاق عمومی
- طرح های جامع، هادی و غیره
- آمارگیری نمونه وار

- به مراجعه مستقیم به واحدهای مسکونی بدست می آید. در این روش علاوه بر اطلاعات جمعیتی می توان اطلاعاتی نظیر تعداد واحدهای بهداشتی، مصرف سرانه آب، و غیره را نیز جمع آوری نمود.

مطالعات جمعیتی

برآورد جمعیت به دلیل عوامل موثر بر رشد جمعیت ها کاری بسیار دقیق، ظریف و پیچیده می باشد. فرمول ها و روش های ارائه شده جهت پیش بینی جمعیت هیچکدام به تنهایی دربرگیرنده تمامی عوامل موثر در رشد جمعیت نیستند.

برای برای پیش بینی استفاده همزمان از چند روش ضروری است

روش های مختلف برای پیش بینی جمعیت

1. نموداری
2. ریاضی
3. نسبت و همبستگی
4. مولفه ای

انواع پیش بینی جمعیت

1. پیش بینی کوتاه مدت برای ۱ تا ۱۰ سال
2. پیش بینی طولانی مدت برای ۱۰ تا ۵۰ سال



مطالعات مصرف آب

میزان مصرف آب به عوامل زیر بستگی دارد:

- شرایط اقلیمی
- وضعیت اقتصادی و فرهنگی مردم
- نوع جامعه
- فشار آب
- قیمت آب
- نیاز به صرفه جویی
- مدیریت سیستم آبرسانی

مطالعات میزان مصرف سرانه آب

- در مطالعاتی که توسط سازمان ملل متحد در سنگاپور صورت گرفت، حداقل آب مصرفی هر شهروند برای حفظ بهداشت و سلامت جامعه ۹۹ لیتر در روز تعیین گردیده است.
- برطبق برنامه سوم توسعه، الگوی مصرف آب هر خانوار ۵/۲۲ مترمکعب در ماه تعیین شده که در نتیجه هر نفر بطور متوسط در شبانه روز می تواند ۱۵۰ لیتر آب مصرف نماید.
- متأسفانه باتوجه به رشد بی رویه شهرنشینی در کشور، آمار چند ساله اخیر نیز نشان از مصرف سرانه بطور متوسط ۲۵۰ تا ۳۰۰ لیتر در شبانه روز می دهد. در سال ۱۳۷۳ متوسط تقاضای سرانه آب شهری در کشور ۲۴۲ لیتر نفر روز بدست آمده است.

جدول ۱- الگوی توصیه شده مصارف سرانه خانگی بر حسب لیتر در روز (تا سال ۱۳۹۰)

نوع مصرف	حداقل (لیتر)	حداکثر (لیتر)
آشامیدن	۳	۵
پخت و پز	۵	۱۰
حمام	۲۵	۵۰
لباسشویی	۱۰	۲۰
ظرفشویی	۵	۱۵
دستشویی و توالت	۲۰	۳۰
شتشوی خانه	۳	۱۰
کولر و تهویه مطبوع	۲	۵
متفرقه	۲	۵
جمع	۷۵	۱۵۰

جدول ۴- مصرف سرانه آب در بعضی از شهرهای ایران و کشورهای جهان

شهر	کشور	مصرف سرانه (لیتر در روز)	شهر	کشور	مصرف سرانه (لیتر در روز)
شیراز	ایران	۱۵۵	تهران	عربستان	۸۷
قم	ایران	۱۶۶	–	اندونزی	۸۷
لرستان	ایران	۱۷۸	–	مالزی	۹۰
خوزستان	ایران	۲۳۴	–	مکزیک	۱۰۰
اصفهان	ایران	۱۸۸	–	بلژیک	۱۰۸
تنکابن	ایران	۲۰۰	آتن	یونان	۱۲۸
صنعا	یمن	۵۰	ریاض	عربستان	۱۳۱
الجزیره	الجزایر	۷۰	نیکوزیا	قبرس	۱۳۳
عمان	عمان	۸۰	–	مجارستان	۱۵۰
تونس	تونس	۸۰	آمستردام	سوئد	۱۷۷
کازابلانکا	کازابلانکا	۱۱۰	–	آمریکا	۲۴۲
کویت ^{۳۸}	کویت	۱۸۴	لندن	انگلستان	۲۶۳

تعیین میزان فاضلاب تولیدی

- در اجتماعات شهری میزان فاضلاب تولیدی نسبت به آب مصرفی کمتر است، یعنی درصدی از آب مصرفی تبدیل به فاضلاب شده و وارد شبکه فاضلاب می شود.
- برخی مصارف نظیر مصرف فضای سبز شهری، شست و شوی ماشین و معابر و بعضی به صورت تبخیر در بویلرها و مصرف در کولرها بوده و به فاضلاب تبدیل نمی شود.
- این مصارف در ایران بدون احتساب تلفات آب در سیستم لوله کشی داخلی ساختمان بین ۱۲-۱۷ درصد است.
- در نشریه ۲-۱۱۸ از سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تسریع شده است که با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و اجتماعی مناطق مختلف ایران، مقدار ۹۰-۸۰ درصد آب مصرفی خانگی (بدون احتساب فضای سبز)، عمومی، تجاری و صنعتی تبدیل به فاضلاب می شود.
- طبق همین نشریه به جز موارد خاص متوسط سرانه تولید فاضلاب حدود ۸۰ تا ۱۹۵ لیتر در شبانه روز بالغ می شود.
- ۷۰-۵۰ درصد آب مصرفی کل (خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی، فضای سبز عمومی و نشتاب) به صورت فاضلاب در می آید.

انواع آلودگی های موجود در فاضلاب

فاضلاب خانگی: فاضلابهای خانگی خالص تشکیل شده اند از فاضلاب دستگاههای بهداشتی خانه ها مانند توالت، دستشوی ها و حمام ها و ماشین های لباسشویی و ظرف شویی پس آب آشپزخانه ها و یا فاضلاب بدست آمده از شستشوی قسمت های گوناگون خانه.

فاضلاب خانگی ناخالص: آنچه در شبکه های جمع آوری فاضلاب شهری، به نام فاضلاب خانگی جریان دارد علاوه بر فاضلاب خانگی خالص دارای مقداری فاضلاب بدست آمده از مغازه ها و فرشگاه ها، تعمیرگاه ها و کارگاه ها، رستورانها و موسسه های مانند آنها نیز می باشد که اجباراً در سطح شهر و به طور پراکنده وارد کانال های جمع آوری فاضلاب می کردند. لذا با توجه به نوع و تعداد اینگونه موسسه ها ممکن است نوع فاضلاب در شهر تغییر کند. چنین فاضلابی فاضلاب خانگی ناخالص را نیز می نامند.

انواع آلودگی های موجود در فاضلاب

رنگ فاضلاب – رنگ فاضلاب خانگی نشان دهنده عمر آن است. فاضلاب تازه دارای رنگ خاکستری است. پس از مدتی که فاضلاب گندید و کهنه شد رنگ آن تیره و سیاه می گردد

بوی فاضلاب – بوی فاضلاب ناشی از گازهایی است که در اثر متلاشی مواد آلی بوجود می آید. بوی فاضلاب تازه قابل تحمل تر از فاضلاب کهنه است. بوی فاضلاب کهنه بیشتر ناشی از گاز هیدروژن سولفور می باشد که در اثر فعالیت باکتری های بی هوازی و در نتیجه ی احیای سولفات ها به سولفیت ها تولید می گردد. در صورتی که به فاضلاب هوا و اکسیژن کافی برسد باکتری های بی هوازی از فعالیت باز ایستاده و بجای آنها باکتری های هوازی مواد آلی فاضلاب را تجزیه می کنند.

دمای فاضلاب: به علت اعمال زیستی درجه گرمای فاضلاب معمولاً بیشتر از درجه گرمای آب در همان محیط است درجه گرمای فاضلاب در سردترین روزهای زمستان غالباً از ۱۰ درجه سانتیگراد کمتر نمی گردد و در روزهای معمولی درجه ی گرمائی در حدود ۲۰ درجه سانتیگراد دارد.

اجزای مهم فاضلاب

موجودات زنده در فاضلاب: فاضلاب موجودات زنده ی ذره بینی مانند ویروس و میکروب به همراه دارد تنها قسمت کمی از این موجودات زنده ممکن است بیماری زا باشند از این گروه می توان با سیل ، حصبه، اسهال و وبا نام برد. تعداد موجودات زنده در یک سانتیمتر مکعب از فاضلاب شهری به یک تا چند میلیون عدد نیز می رسد .

• **درجه اسیدی:** فاضلاب های خانگی خالص و تازه معمولاً حالتی خنثی و یا متمایل به قلیایی دارند. تنها در اثر ماندن و شروع عمل گندیدگی گازهای اسیدی (هیدروژن سولفور) تولید گردیده و درجه اسیدی فاضلاب کاهش یافته، خاصیت اسیدی پیدا می کند. هر چه درجه گرمایی محیط بیشتر باشد عمل گندیدن و تعفن زودتر رخ می دهد. در شرایط نسبتاً متعارفی عمل تعفن سه تا چهار ساعت پس از تولید فاضلاب شروع می شود.

• **مواد خارجی در فاضلاب:** در فاضلاب همیشه مقداری مواد خارجی به صورت محلول و یا نامحلول و معلق وجود دارد. مقدار مواد خارجی فاضلاب در حدود ۱/۰ درصد و بقیه ی آنرا آب تشکیل می دهد. حدود نیمی از مواد خارجی موجود در فاضلاب، مواد آلی و بقیه مواد معدنی می باشند

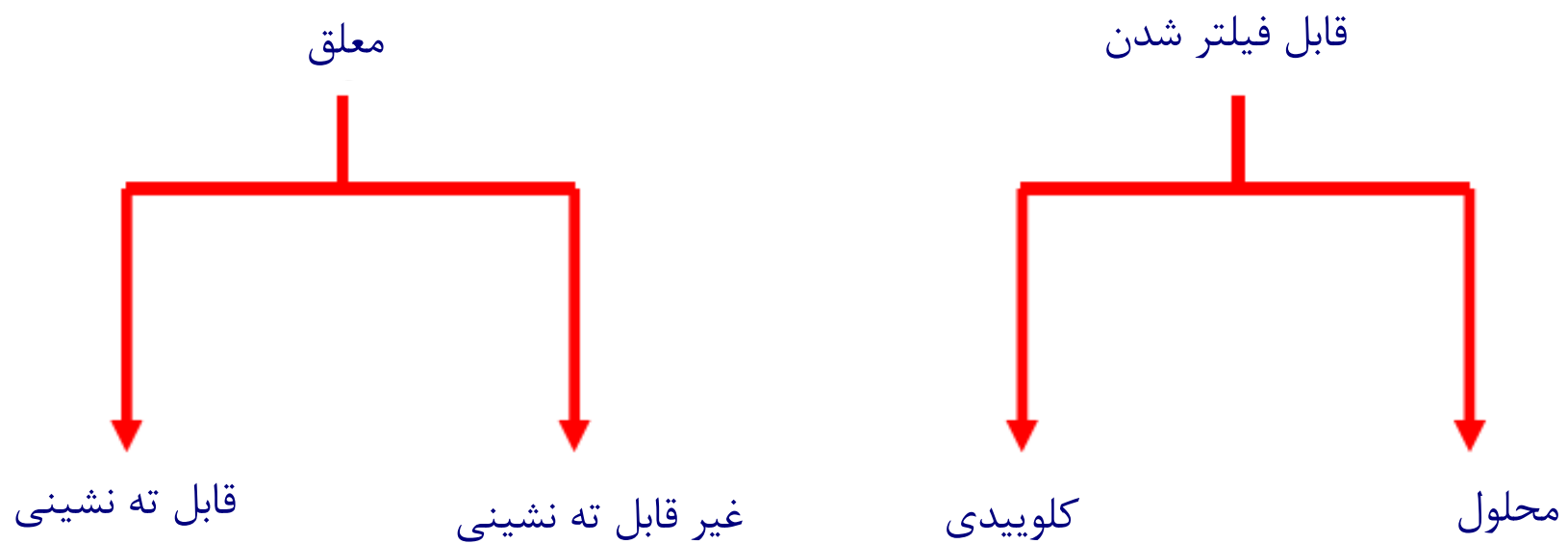
Wastewater components

Analysis /matter	Symbol	Unit	Wastewater type			
			Concentrated	Moderate	Diluted	Very diluted
Suspended solids	X _{SS}	g SS/m ³	450	300	190	120
Suspended solids, volatile	X _{VSS}	g VSS/m ³	320	210	140	80
Precipitate after 2h	X _{SS}	ml/l	10	7	4	3
Precipitate after 2h, suspended solids	X _{SS}	g/m ³	320	210	140	80
Precipitate suspended solids, volatile	X _{VSS}	g/m ³	220	150	90	60
Suspended solids after 2h		g SS/m ³	130	90	50	40
Coliform bacteria		No./m ³	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²
Absolute viscosity	μ _a	kg/(m·s)	0.001	0.001	0.001	0.001
Surface tension		dyn/cm ²	50	55	60	65
Conductivity		mS/m ¹⁾	120	100	80	70
pH		-	7-8	7-8	7-8	7-8
Alkalinity	TAL	eqv/m ^{3 2)}	3-7	3-7	3-7	3-7
Sulphide ³⁾		g S/m ³	0.100	0.100	0.100	0.100
Cyanide	C _{CN}	g/m ³	0.050	0.035	0.020	0.015
Chloride ⁴⁾		g Cl/m ³	500	360	280	200
Boron		g B/m ³	1.0	0.7	0.4	0.3
Temperature, summer ⁵⁾		°C	20	18	15	15
Temperature, winter ⁵⁾		°C	8	8	8	8

اجزای مهم فاضلاب

Test ^b	Abbreviation/ definition	Use or significance of test results
Physical characteristics		
Total solids	TS	To assess the reuse potential of a wastewater and to determine the most suitable type of operations and processes for its treatment
Total volatile solids	TVS	
Total fixed solids	TFS	
Total suspended solids	TSS	
Volatile suspended solids	VSS	
Fixed suspended solids	FSS	
Total dissolved solids	TDS (TS – TSS)	
Volatile dissolved solids	VDS	
Total fixed dissolved solids	FDS	To determine those solids that will settle by gravity in a specified time period
Settleable solids		

کل جامدات



Membrane با حفره های ۰.۴۵ میکرومتر

اجزای مهم فاضلاب

Inorganic chemical characteristics

Free ammonia	NH_4^+
Organic nitrogen	Org N
Total Kjeldahl nitrogen	TKN (Org N + NH_4^+)
Nitrites	NO_2^-
Nitrates	NO_3^-
Total nitrogen	TN
Inorganic phosphorus	Inorg P
Total phosphorus	TP
Organic phosphorus	Org P

Used as a measure of the nutrients present and the degree of decomposition in the wastewater; the oxidized forms can be taken as a measure of the degree of oxidation

(continued)

BOD

BOD₅ مواد آلی تجزیه پذیر در دمای 20 درجه و در طول 5 روز . تقریباً 70 درصد از مواد قابل تجزیه در فاضلاب شهری تجزیه می شوند.

- میزان اکسیژن مورد نیاز برای تثبیت بیولوژیکی مواد آلی در فاضلاب
- بزرگی تأسیسات فاضلاب
- تأثیر برخی فرایندهای تصفیه
- موافقت با اجازه ی تخلیه فاضلاب

اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD)

میزان اکسیژن لازم برای اکسیداسیون شیمیایی مواد آلی به وسیله ی یک اکسید کننده ی قوی (پرمنگنات یا دی کرومات) در محلول اسیدی است و واحد آن میلی گرم اکسیژن بر لیتر است.

در کل $COD = BOD_{\infty}$ چون:

- بسیاری از مواد آلی که اکسیداسیون بیولوژیکی آن ها سخت است ، به روش شیمیایی می توانند اکسید شوند.
- مواد غذایی غیر آلی که به وسیله ی دی کرومات ها اکسید می شوند ، محتویات مواد آلی ظاهری نمونه را بالا می برند.



پاتوژن های موجود در فاضلاب

مثال :

• باکتریها : *Salmonellae, Shigella*

• پروتوزوا (کیست ها) : *Entamoeba histolytica* و *Giardia, Cryptosporidium*

• ویروس ها : *enteric viruses, polio virus*

• تخم های کرم روده: *Ascaris, Hookworm*

فلزات موجود در فاضلاب شهری mg/m^3

	High	Medium	Low
Aluminum	1000	600	350
Cadmium	4	2	1
Chromium	40	25	10
Copper	100	70	30
Lead	80	60	25
Mercury	3	2	1
Nickel	40	25	10
Silver	10	7	3
Zinc	300	200	100

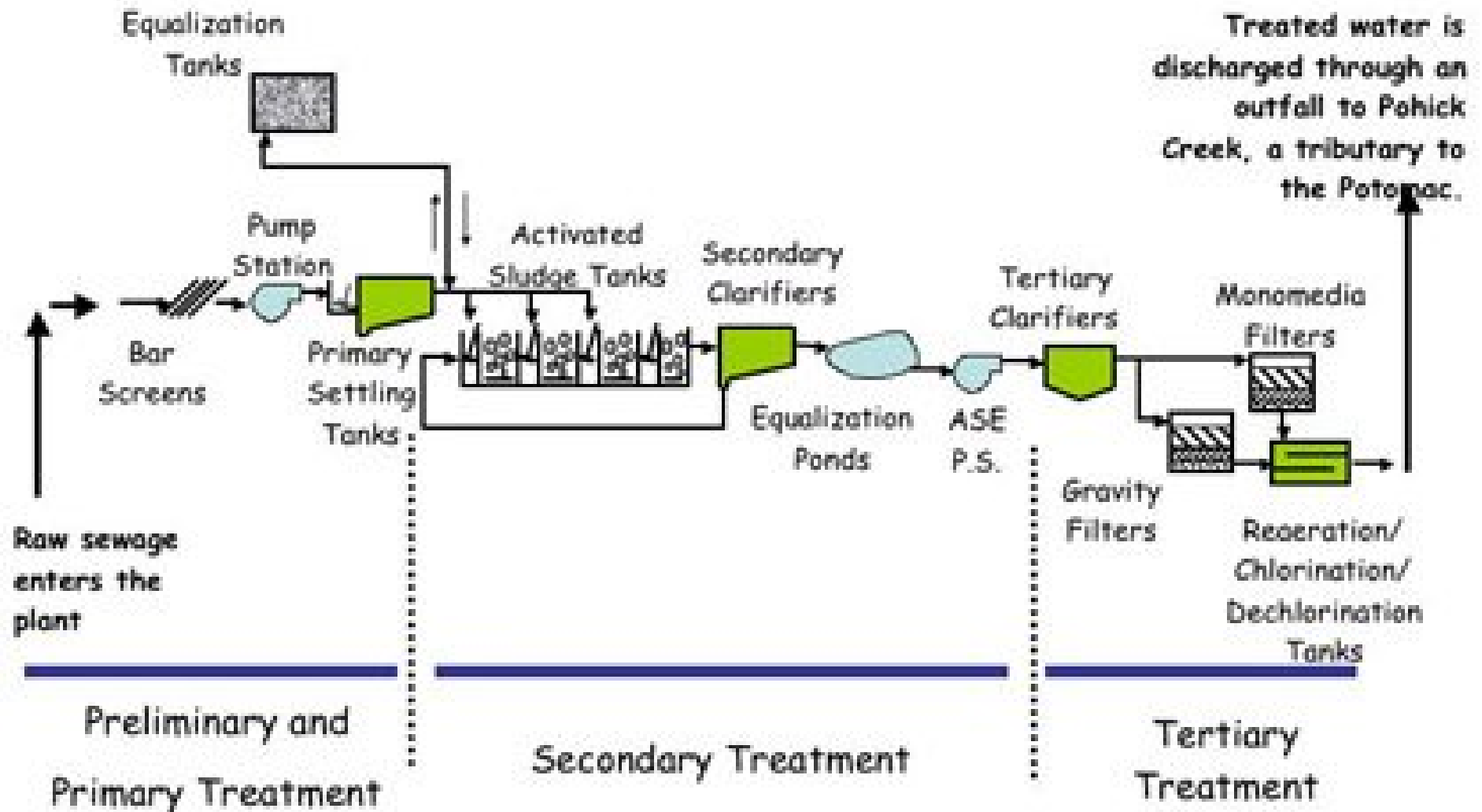
بار انسانی در کشورهای مختلف kg/(capita·y)

آلمان	دانمارک	آمریکا	ترکیه	هند	مصر	برزیل	
۲۵-۲۰	۲۵-۲۰	۳۵-۳۰	۱۵-۱۰	۱۵-۱۰	۱۵-۱۰	۲۵-۲۰	BOD
۳۵-۳۰	۳۵-۳۰	۳۵-۳۰	۲۵-۱۵		۲۵-۱۵	۲۵-۲۰	SS
۶-۴	۷-۵	۷-۵	۵-۳		۵-۳	۵-۳	کل نیتروژن
۱-۰.۷	۱.۲-۰.۸	۱.۲-۰.۸	۰.۶-۰.۴		۰.۶-۰.۴	۱-۰.۵	کل فسفر

غلظت متوسط فاضلاب شهری ، مواد تجزیه پذیر و مواد بی اثر (تجزیه ناپذیر) g/m^3

پارامتر	قابل تجزیه	بی اثر	مجموع
COD	۵۷۰	۱۸۰	۷۵۰
COD محلول	۲۷۰	۳۰	۳۰۰
COD معلق	۳۰۰	۱۵۰	۴۵۰
BOD	۳۵۰	۰	۳۵۰
نیتروژن کل	۴۳	۲	۴۵
نیتروژن آلی	۱۳	۲	۱۵
فسفر کل	۱۴.۷	۰.۳	۱۵

Wastewater Treatment Process





فرآیندهای مختلف تصفیه فاضلاب

تصفیه فاضلاب چه وقتی که به صورت مصنوعی و در تصفیه خانه انجام می گیرد و چه وقتی که به صورت طبیعی و خود به خودی رخ می دهد به سه گونه ممکن است انجام شود.

اول: تصفیه مکانیکی یا تصفیه فیزیکی
دوم: تصفیه زیستی یا تصفیه بولوژیکی
سوم: تصفیه شیمیایی



تصفیه مکانیکی یا تصفیه فیزیکی:

تصفیه مکانیکی از یک رشته فرایندهائی تشکیل شده است که در آنها تنها از خواص مکانیکی و فیزیکی برای جداسازی مواد خارجی معلق در فاضلاب استفاده می شود که شامل مراحل زیر می باشد

صاف کردن فاضلاب:

هدف از صاف کردن فاضلاب عبارتست از گذراندن آن از صافی هائی که بتوانند مواد معلق فاضلاب را در خود نگاه داشته و مایع آن را از خود عبور دهند. مهمترین روش های متداول در تصفیه خانه های فاضلاب برای صاف کردن فاضلاب عبارتند از:

الف: آشغالگیری

اولین تصفیه ایست که در تصفیه خانه ها در مورد فاضلاب خام انجام می گیرد. در ضمن آن مواد معلق درشت را از فاضلاب جدا می سازند. آشغالگیری معمولاً با کمک صفحه های فلزی که سوراخ هائی به قطر چند میلیمتر تا چند سانتیمتر در آن ساخته شده و یا با کمک تورهای سیمی و به وسیله میله هائی که به صورت مایل در امتداد جریان فاضلاب قرار داده می شود انجام می گیرد.

ب) صاف کردن با کمک ماسه:

این روش بیشتر در تصفیه خانه ها، برای تصفیه نهائی فاضلاب و زلال سازی آن بکار می رود. کاربرد صافی های ماسه ای در تصفیه فاضلاب های شهری به علت هزینه ی زیاد آن کمتر متداول است و تنها به عنوان تصفیه تکمیلی و یا مرحله ی سوم تصفیه ممکن است بکار برده شود

آشغال گیری (Screening)

این واحد برای حذف مواد جامد درشت مانند چوب و پلاستیک استفاده می شود. آشغال گیرها برای حفاظت پمپها و سایر وسایل مکانیکی و جلوگیری از گرفتگی شیرها و سایر ملزومات در تصفیه خانه فاضلاب استفاده می شود.

انواع آشغال گیر

آشغال گیر دهانه درشت (Coarse Screen) این آشغال گیرها شامل میله های عمودی با فاصله ۱ سانتیمتر و بیشتر می باشد. جامدات زائد پشت میله ها در تصفیه خانه های کوچک به صورت دستی و در تصفیه خانه های بزرگ به صورت مکانیکی جمع آوری و دفع می گردد.

آشغال گیر دهانه ریز (Fine Screen) : از سیم های به هم پیچیده یا صفحه فلزی مشبک که بر روی یک دیسک دوار یا بشکه هایی سوار شده و به شکل نیمه شناور در مسیر جریان قرار می گیرند

آشغال گیر دهانه درشت



آشغال گیر دهانه ریز



دانه گیری

برای حذف مواد دانه ای نظیر شن، ماسه، تفاله چای و قهوه و ... از دانه گیری استفاده می شود.

سرعت جریان در حدی است که دانه ته نشین شوند ولی مواد آلی رسوب ننمایند (۰.۳ متر بر ثانیه)

اهمیت دانه گیری

- نگهداری و حفاظت تجهیزات مکانیکی و اجتناب از فرسایش و تخریب زودرس آنها
- جلوگیری از پرشدن و گرفتگی لوله ها و کانال ها که در اثر ته نشین شدن دانه ها ایجاد می شود.
- جلوگیری از ازدیاد لجن اولیه و ثانویه به منظور کاهش ظرفیت تغلیظ و هضم لجن
- تقلیل بوی فاضلاب

روش های دانه گیری

1. دانه گیری با سرعت کنترل شده

- طبق استاندارد ایران سرعت فاضلاب در این دانه گیر ۰.۳ متر بر ثانیه ثابت نگهداشته می شود.
- مزایا: طراحی، اجرا و بهره برداری از این نوع دانه گیرها راحت می باشد.
- معایب:
 - به دلیل سرعت کم به زمین زیادی نیاز دارند. به همین دلیل در اجتماعات کم جمعیت یا دارای زمین ارزان و فراوان کاربرد بیشتری دارد.
 - انعطاف پذیری سیستم کم است : چون طراحی بر اساس یک قطر مشخص صورت می گیرد اگر قطر تغییر کند طراحی با اشکال مواجه می شود.

۲. **دانه گیری با هوادهی :** در این روش جداسازی مواد دانه ای با کمک دمیدن هوا به

فاضلاب انجام می شود. مقدار هوای ورودی بر مقدار دانه ها تنظیم گردد.

- این نوع دانه گیر معمولا بعد از آشغال گیر دهانه درشت و ایستگاه پمپاژ ورودی قرار می گیرد.

نکات طراحی

زمان ماند ۴ دقیقه برای حالت های بارندگی و ۱۰ دقیقه رای حالت بدون بارندگی می باشد.

سرعت جریان ورودی بین ۰.۱ تا ۰.۲ متر بر ثانیه است که با دمیدن هوا به ۰.۳ نیز میرسد.

عمق کانال ۲ تا ۵ متر، طول آن ۷.۵ تا ۲۰ متر و عرض آن ۲.۵ تا ۷۰ متر است.

نسبت طول به عرض ۱ به ۲.۵ یا ۱ به ۵ می باشد و نسبت عرض به عمق ۱ به ۱ تا ۱ به ۵ می باشد.

مزایای دانه گیری با هوا:

هوادهی به هوازی شدن فاضلاب و حتی کاهش بار مواد آلی کمک می کند.

معایب: نیاز به تجهیزات فراوان دارد و در نتیجه تنها در شهرهای بزرگ کاربرد دارد.



3. دانه گیری با جریان گردابی

دارای مقطع دایروی هستند.

به دلیل نحوه ورود و خروج جریان و همزن داخل دانه گیر عملیات دانه گیری صورت میگیرد.

مزایا: دارای راندمان حذف خوبی هستند

به زمین کمتری نیاز ددارند

معایب: ساخت آنها در انحصار شرکت های خارجی می باشد و وارد کردن آنها مسلزم هزینه ارزی است.

دانه گیری با سرعت ثابت



دانه گیری با هوادهی





دانه گیری با جریان گردابی





یکنواخت سازی جریان

- نوساناتی آهنگ جریان و میزان آلودگی فاضلاب ورودی به اکثر تصفیه خانه های فاضلاب مشاهده می شود.
- یکنواخت سازی جریان برای برای غلبه بر مشکلات بهره برداری ناشی از نوسانات جریان، بهبود عملکرد واحدهای پایین دست و کاهش ابعاد و هزینه های ساخت واحدهای پایین دست مورد استفاده قرار می گیرد.

کاربردهای یکنواخت سازی

1. جریان های فاضلاب در دوره خشک
2. جریان های دوره مرطوب در شبکه فاضلاب بهداشتی مجزا
3. جریان های درهم فاضلاب بهداشتی و آبهای سطحی

یکنواخت سازی جریان

فواید اصلی یکنواخت سازی

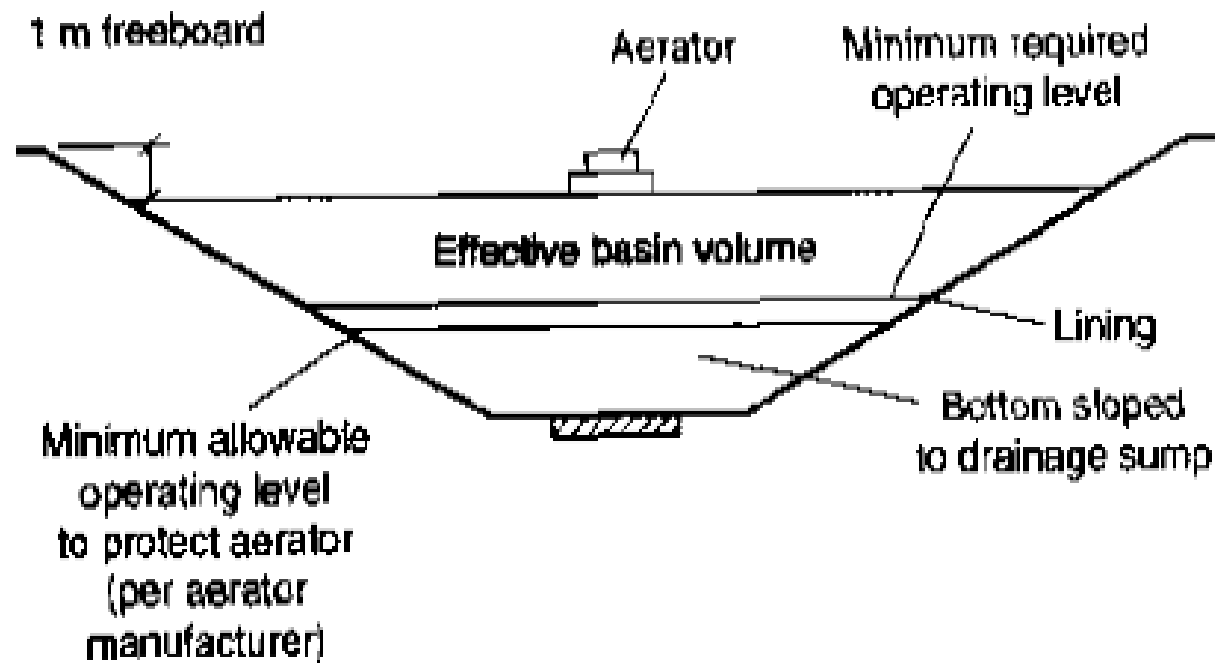
1. افزایش راندمان تصفیه بیولوژیکی تصفیه خانه
 - یکنواخت سازی بار حجمی ورودی به تصفیه خانه
 - کاهش تاثیر شوک های بار آلی (عموماً در اثر ورود فاضلاب های صنعتی)
 - تنظیم pH
- ۲ بهبود کیفی پساب خروجی و عملکرد حوضچه ته نشینی ثانویه
- ۳ کاهش سطح فیلترهای پساب خروجی و تنظیم متناسب شست و شوی این فیلترها و بهبود عملکرد فیلترها
- ۴ در تصفیه شیمیایی کاهش بار آلی ورودی به واحدهای شیمیایی باعث بهبود عملکرد و کنترل سیستم می شود.

یکنواخت سازی جریان

محل تاسیسات یکنواخت سازی

- بهتر است در محل تصفیه خانه فاضلاب باشد
- بهتر است پس از مرحله تصفیه اولیه و قبل از تصفیه ثانویه (بیولوژیکی) باشد.
- یکنواخت سازی می تواند به صورت کنارگذر باشد (خارج از خط اصلی)
- حجم مورد نیاز یکنواخت ساز بر اساس تغییرات دبی در طول ۲۴ ساعت تعیین می گردد.
- برای تغییرات حجمی پیش بینی نشده بهتر است حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد به حجم به دست آمده نظری افزود.

یکنواخت ساز جریان

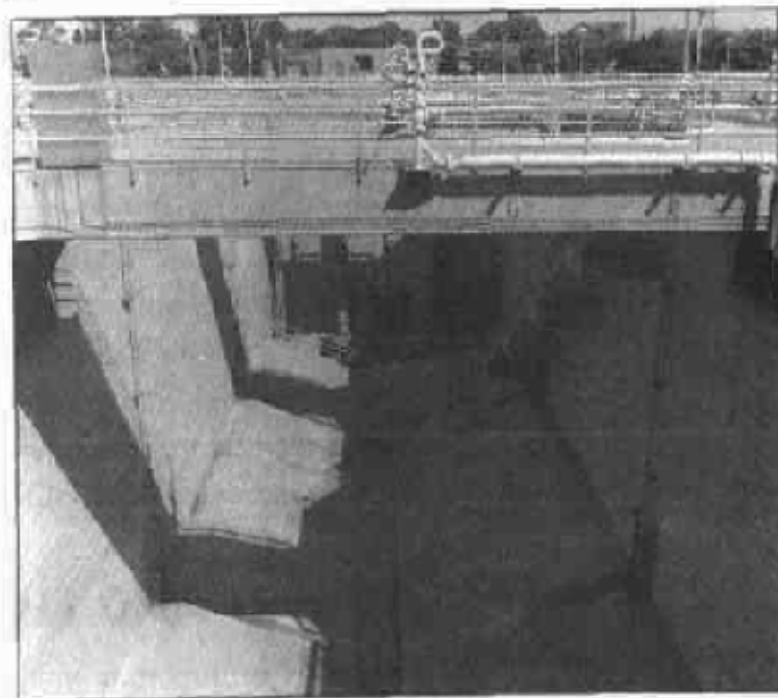


(a)

یکنواخت ساز جریان



1/6/1



حوض ته نشینی اولیه

- ته نشینی عبارت است از جدا کردن ذرات معلق سنگین تر از آب از طریق ته نشینی ثقلی است. لجن حاصله را اصطلاحاً لجن اولیه یا خام می نامند که توده زنده نمی باشد.
- ته نشینی فیزیکی پرکاربردترین عملیات واحد تصفیه فاضلاب است.
- مخازن ته نشینی اولیه به صورت مخازن ته نشینی مستطیل شکل یا بیشتر دایروی می باشند.
- ۵۰ تا ۷۰ درصد از مواد جامد معلق در این حوضچه ها ته نشین می شوند.
- ۳۰ تا ۴۰ درصد BOD_5 ورودی به تصفیه خانه در حوضچه ته نشینی جدا می شود.

اهداف ساخت ته نشینی اولیه

1. حذف مواد معلق : فاضلاب خانگی دارای مواد معلق زیادی می باشد که عمدتاً در این واحد از فاضلاب جدا می شوند.
2. کاهش BOD_5 : هر چه BOD_5 در فاضلاب ورودی کاهش یابد انرژی کمتری در راکتور بیولوژیکی برای حذف BOD_5 باقی مانده لازم است. به همین دلیل واحد ته نشینی اولیه واحد مهمی در کاهش انرژی مورد نیاز برای تصفیه فاضلاب است.

حوض ته نشینی اولیه

- شیب ابتدا به انتهای مخازن ته نشینی مستطیل شکل حدود ۱ به ۲ از ابتدا به انتها می باشد.
- قیف جمع کننده لجن در ابتدای حوض مستطیل شکل قرار دارد.
- در حوض های دایروی شکل فاضلاب از وسط به درون آن تخلیه می گردد
- شیب این حوض حدود ۸ درصد به طرف مرکز مخزن می باشد
- لجن روب مکانیکی که روی یک محور حرکت می کند لجن های ته نشین شده را جمع و به درون چاله ای در وسط حوض هدایت می کند.

مزایای حوض های ته نشینی با مقطع دایروی

- اکثر تجهیزات مکانیکی آن در ایران ساخته می شود.
- قسمت های عمده ادوات مکانیکی لجن روب در بیرون از آب قرار دارد و در نتیجه فرسایش حاصل از خوردگی دیرتر اتفاق می افتد.

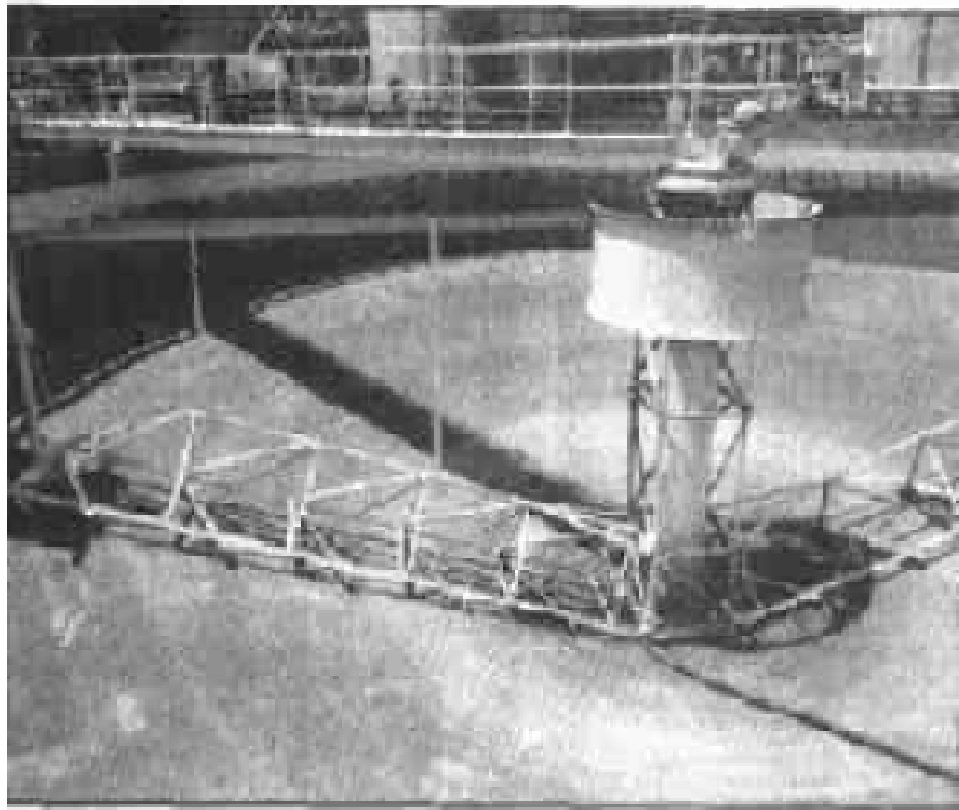
مزایای حوض های ته نشینی مستطیل شکل

- امکان وجود جریان میانبر به دلیل فاصله نسبتا زیاد بین ورودی و خروجی بسیار کم است.
- در صورت نیاز به افزایش واحدهای جدید یک دیواره مشترک میان دو حوض مجاور هم وجود دارد.
- در صورت بروز مشکل بو پوشاندن سطح حوض ته نشینی با مقطع مستطیلی ساده تر است

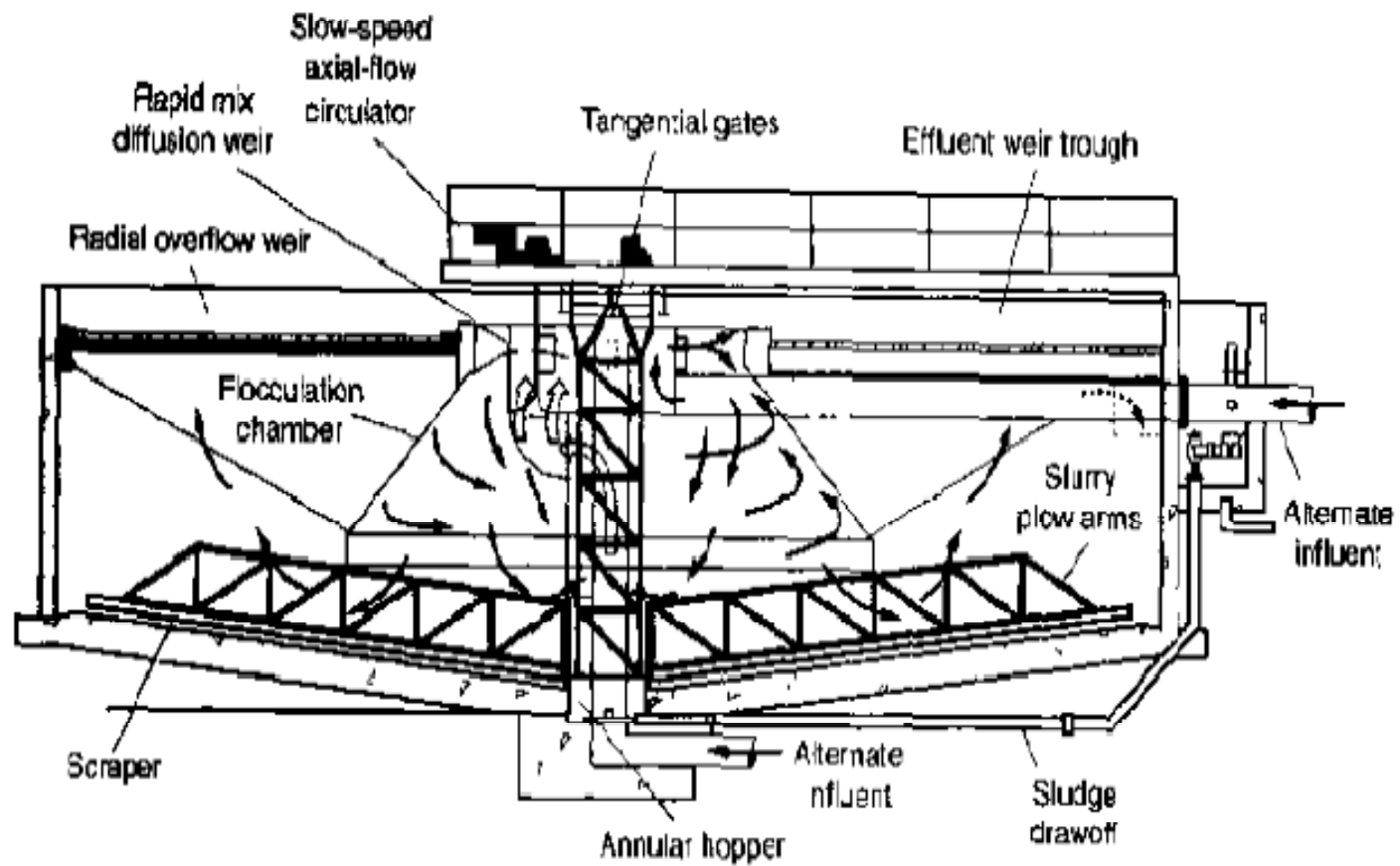
مزایای حوض های ته نشینی

- سیستم لجن روب حوض ته نشینی مستطیلی به صورت زنجیری (رفت و برگشتی) می باشد که تکنولوژی آن در کشور ما پیشرفت چندانی نداشته است.
- سیستم لجن روب حوض دایروی به صورت پل گردان می باشد که بهره برداری از آن است به همین دلیل در ایران بیشتر از حوض دایروی استفاده می شود.
- سطح حوض های دایروی بیشتر از حوض های مستطیل شکل است در نتیجه به زمین کمتری نیاز دارند.
- حوض های دایروی نسبت به شوک های هیدرولیکی حساس تر هستند.
- فضای مرده در حوض های مستطیل شکل بیشتر از حوض های دایروی می باشد.
- لجن روب سیستم مستطیلی زودتر از دایروی است زیرا در آب قرار دارد.
- استفاده از سیستم دایروی بسیار بیشتر از مستطیل شکل است.
- لجن حاصله از ته نشینی اولیه همراه با سایر لجن ها از جمله لجن ثانویه می باشد.
- زمان ماند حوض ته نشینی از ۲۰ دقیقه تا ۲ ساعت می باشد.
- سرعت جریان حدود ۰.۵ تا ۱.۵ سانتیمتر بر ثانیه متغیر می باشد.
- بار سطحی در حوض ته نشینی اولیه برای جریان متوسط روزانه نباید از $40 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{day}$ کمتر و از ۶۰ بیشتر باشد.

حوض ته نشینی دایروی



حوض ته نشینی دایروی



(a)

حوض ته نشینی دایروی



حوض ته نشینی مستطیلی



سر ریز حوض ته نشینی مستطیلی



سرریز حوض ته نشینی دایروی



تصفیه زیستی یا تصفیه بیولوژیکی

- در یک تصفیه خانه فاضلاب هرگاه تصفیه مکانیکی برای کاهش آلودگی فاضلاب کافی نباشد از کار موجودات زنده ای به نام باکتریهای هوازی و یا بی هوازی برای ادامه ی تصفیه فاضلاب یاری می گیرند: کاریگانهای تصفیه زیستی در تصفیه خانه همانا تشدید عملی است که به طور خودبخودی در طبیعت رخ می دهد یعنی یا ایجاد محیطی مناسب برای رشد و افزایش تعداد باکتریهای نامبرده مدت زمان تصفیه طبیعی را که ممکن است به چندین روز برسد به چند ساعت کاهش می دهند.
- دو گروه باکتریهای هوازی و بی هوازی جزو گروه باکتریهای ساپروفیت هستند که مواد غذایی خود را برخلاف باکتری های انگلی از اجساد پسمانده ی موجودات زنده تامین می کنند و بهمین دلیل این دسته از باکتری ها کارگردان تصفیه خانه ی فاضلاب نامیده می شوند.
- سلول باکتر های مورد گفتگو به بزرگی حدود یک تا پنج میکرون بوده از یک هسته و پلاسما که بوسیله سلولزی احاطه شده تشکیل می شود روی پوسته نامبرده را پوسته ای لزج می پوشاند. حدود ۸/۰ بدن باکتری از آن و بقیه آن از مواد آلی و معدنی تشکیل شده است.
- درجه گرما و درجه اسیدی ph فاضلاب و نیز مقدار اکسیژنی که به صورت مولکولی و محلول و یا به صورت اتمی در ترکیبات گوناگون موجود در فاضلاب یافت می شوند. در مرگ و زندگی و شدت فعالیت این باکتریها نقش اساسی را ایفا می کنند. با افزایش درجه گرما، فعالیت باکتریها فزونی یافته و به ازای هر ده درجه ی سانتیگراد این فعالیت تقریباً ۸۹ برابر می گردد.

• باکتریها محیط اسیدی پایین تر از $PH=4$ و محیط قلیایی بالاتر از $PH=9/5$ را نمی توانند تحمل کنند. مناسبترین درجه اسیدی برای زندگی و رشد باکتریها بین $5/6$ تا $5/7$ درجه است. در هر صورت تغییر ناگهانی درجه اسیدی فاضلاب در کاهش فعالیت و حتی مردن باکتریها اثری چشم گیر دارد.

• تصفیه زیستی به دو نوع زیر تقسیم می شوند:

تصفیه زیستی با کمک باکتریهای هوازی
تصفیه زیستی با کمک باکتریهای بی هوازی

اساس کار این روش تصفیه رسانیدن اکسیژن به فاضلاب است. با اکسیژن محلول در فاضلاب تکثیر مثل باکتریهای هوازی شدت یافته و این باکتریها بر اطراف ذرات و قطعات کوچک تشکیل شده از مواد الی موجود در فاضلاب نشسته و تولید لخته هائی را می نمایند. این لخته ها که هزاران باکتری هوازی را با خود حمل می کند در روشهای گوناگون تصفیه زیستی مهمی را ایفا می کنند. لخته های نامبرده یا به صورت معلق و شناور در فاضلاب می مانند یا بر بستر سنگی یا پلاستیکی می نشینند.

مواد غذایی مورد نیاز باکتریها:

- باکتریها هوازی برای بدست آوردن انرژی لازم جهت ادامه زندگی خود علاوه بر اکسیژن و مواد الی کربن دار که با **BOD** مشخص می شوند نیاز به مواد الی ازت دار و فسفر دار نیز دارند. مقدار ازت و فسفر مورد نیاز باکتریها به ترتیب حدود ۵ و ۶/۱ درصد مقدار **BOD** می باشد.

- نیاز باکتریها به مواد دیگری مانند سدیم، کلسیم، پتاسیم و منیزیم (**trace elements**) کمتر بوده و مقدار آنها به ترتیب ۴/۰ ، ۴/۰ ، ۳/۰ ، ۳/۰ ، درصد مقدار **BOD** می باشد. در فاضلابهای شهری مقدار مواد الی کربن دار از نسبتهای نامبرده بیشتر ولی غالباً در فاضلاب کارخانه ها برعکس مقدار ترکیبات ازت دار و فسفر دار از نسبتهای نامبرده کمتر می باشند.

- لذا برای بالا بردن بازده یگانهای تصفیه زیستی فاضلاب کارخانه ها، افزودن مواد ازت دار و فسفر دار و حتی گاهی مخلوط نمودن آنها با فاضلاب خانگی بسیار با فایده می باشد.



روشهای تصفیه زیستی با کمک باکتریها هوازی را می توانند سه گروه تقسیم نمود:

الف) روشهای طبیعی زیستی - این روشها بر اساس استفاده از قدرت تصفیه خود به خودی منابع طبیعی آب پایه گذاری شده و مهمترین آنها عبارتند از وارد نمودن فاضلاب تصفیه نشده به دریا یا دریاچه ها و رودخانه ها و سرانجام منابع آب زیرزمینی و این روش استفاده همزمان از تصفیه های فیزیکی و زیستی می باشد.

ب) روشهای نیمه مصنوعی تصفیه زیستی : این روشها که معمولاً جاگیری زیاد و مساحت بزرگی از زمین را جهت تصفیه زیستی لازم دارند، گسترش همان تصفیه طبیعی هستند. روشهای را که می توان جزو این گروه دانست عبارتند از : پخش فاضلاب در زمینهای کشاورزی ، پخش فاضلابدر زمینهای نفوذپذیر و ایجاد دریاچه های مصنوعی کم عمق که فاضلاب در اثر توقف در آنها و در مجاورت هوا کم کم مورد تصفیه طبیعی قرار قرار گیرد حالت خاصی از این گونه دریاچه ها آنهایی هستند که برای ترتیب و تولید ماهی بکار می روند .

ج) روشهای مصنوعی تصفیه زیستی - در این روشها با کمک وسایل مکانیکی و ایجاد ساختمانهای ویژه ای مقدار کافی هوا و اکسیژن در فاضلاب وارد می سازند.

سیستم لجن فعال

لجن فعال یک فرایند هوازی با رشد میکروبی معلق است که از اوایل قرن بیستم ۱۹۱۴ ابداع شده است.

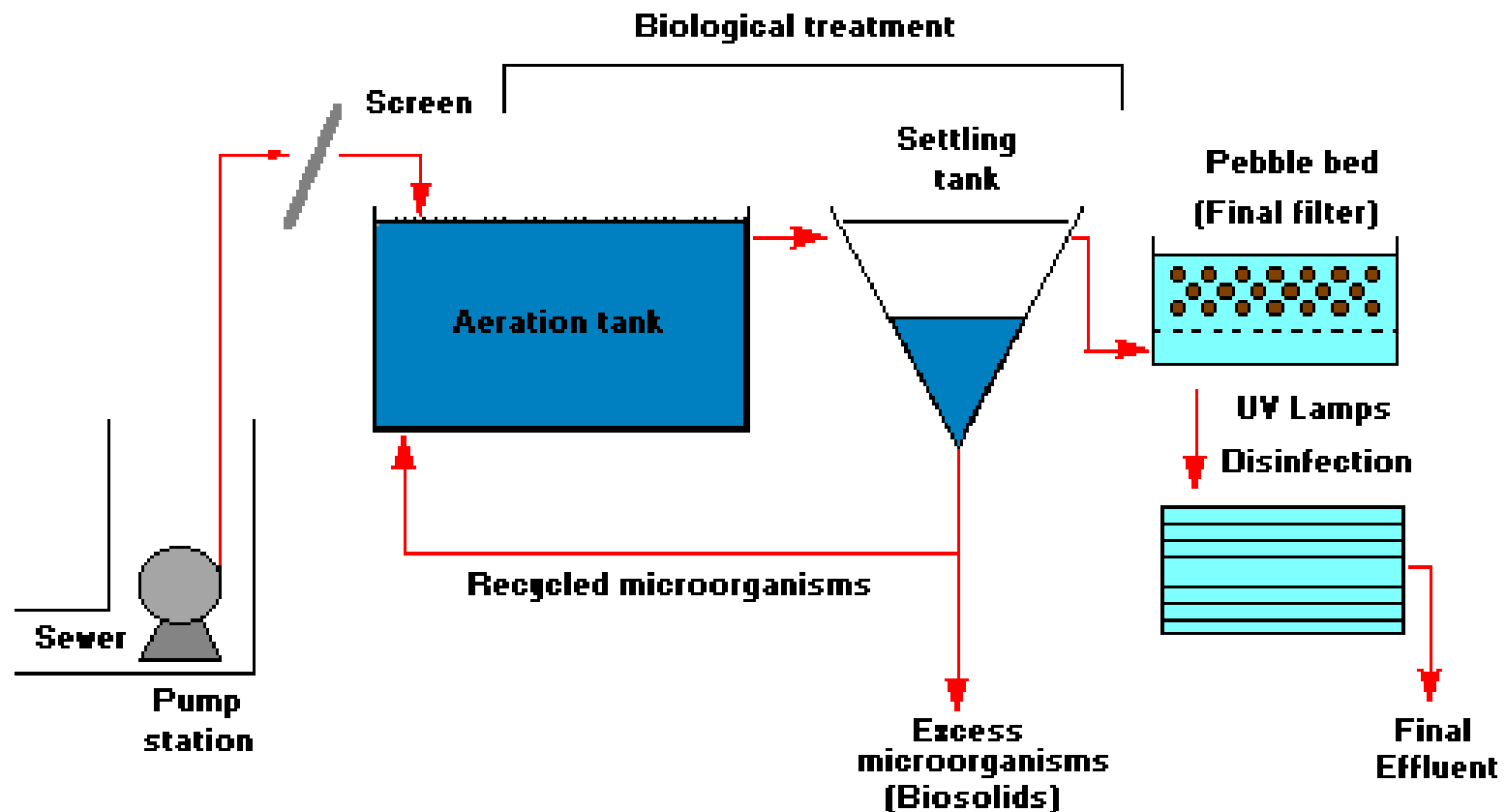



TABLE 6.6 Typical Design Parameters for Activated Sludge Process Modifications

Modification	Process Loading Range	MLSS, mg/l	Aeration Time (h)	R/Q , Percent
Complete mix	Conventional low rate	3000–6000	3–5	25–100
Plug flow	Conventional low rate	1500–3000	4–8	25–50
Contact stabilization	Conventional rate	1000–3000 ^a	0.5–1.0 ^a	25–100
		4000–10,000 ^b	3–6	
Step feed	Conventional rate	2000–3500	3–5	25–75
Extended aeration	Low rate	3000–6000	18–36	75–150
Oxidation ditch	Low rate	3000–5000	18–36	75–150
High purity oxygen	High conventional rate	3000–5000	1–3	25–50

^aContact tank.

^bStabilization tank R/Q is equivalent to Q_r/Q_1



The F/M ratio is one of the key parameters in designing an aerobic treatment system by conventional means in the United States. This is also called loading rate.

$$F/M = S_o/\theta X$$

TABLE 6.5 Wastewater Treatment Plant Definitions by Loading Rate

Aerobic Wastewater Treatment Characterizations		
Process	Loading Rate [*]	Removal Efficiency
Extended air	0.05–0.20	85%–95 %
Conventional activated sludge	0.2–0.5	90%–95 %
Contact stabilization	0.2–0.5	85%–90 %
High rate stablization	0.5–5	60%–85 %

^{*}The definition is Q_{S_0}/S_{V1}



انواع روش های لجن فعال

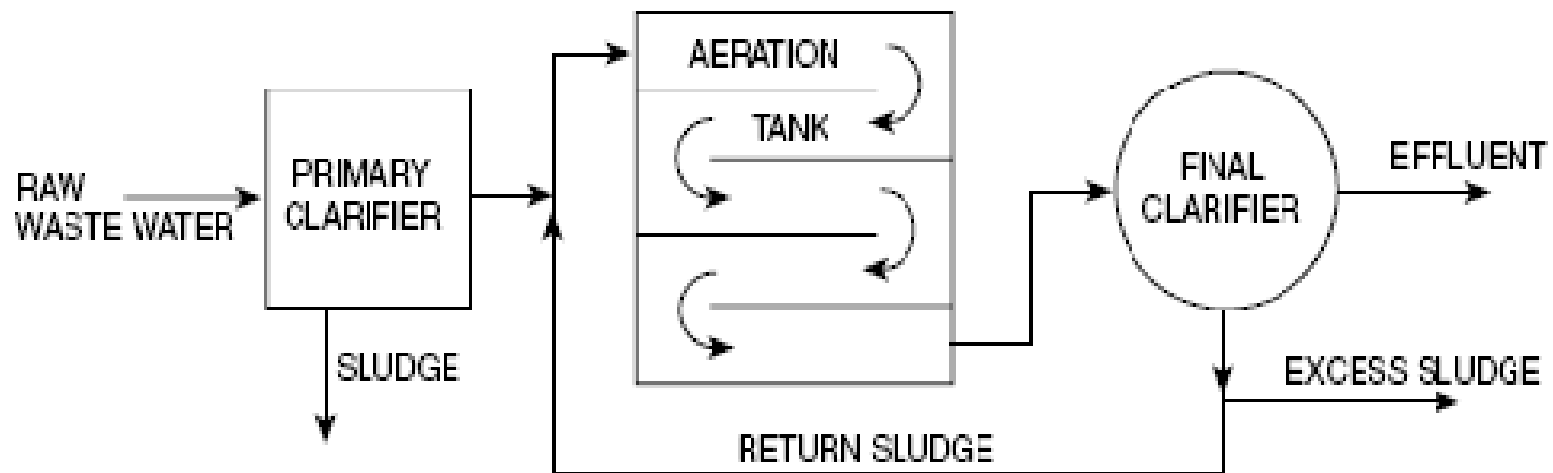
با توجه به نوع رژیم هیدرولیکی موجود، وجود یا عدم وجود هوادهی، نحوه ورود فاضلاب و مدت زمان هوادهی به انواع مختلفی تقسیم می شوند که هر یک شرایط خاص خودشانرا دارند

معروف ترین این روش ها که در تصفیه فاضلاب شهری کاربرد دارند عبارتند از:

1. سیستم متعارف لجن فعال
2. اختلاط کامل
3. هوادهی پله ای
4. سیستم تثبیتی تماسی

1. سیستم متعارف لجن فعال

رژیم هیدرولیکی از نوع لوله ای شکل (Plug flow) می باشد. فاضلاب خام ورودی با لجن برگشتی مخلوط شده و هوادهی به صورت یکسان صورت می گیرد غلظت ماده غذایی ورودی به راکتور در ابتدا زیاد است اما به طور تدریجی کم می شود چون توسط میکروارگانیزم ها مصرف می گردد. یعنی میزان ماده غذایی کاهش می یابد ولی میزان تزریق اکسیژن تفاوتی نکرده است. یعنی این سیستم از نظر تامین اکسیژن سیستم مناسبی نیست. عیب دیگر سیستم حساسیت این روش نسبت به شوک مواد آلی است.

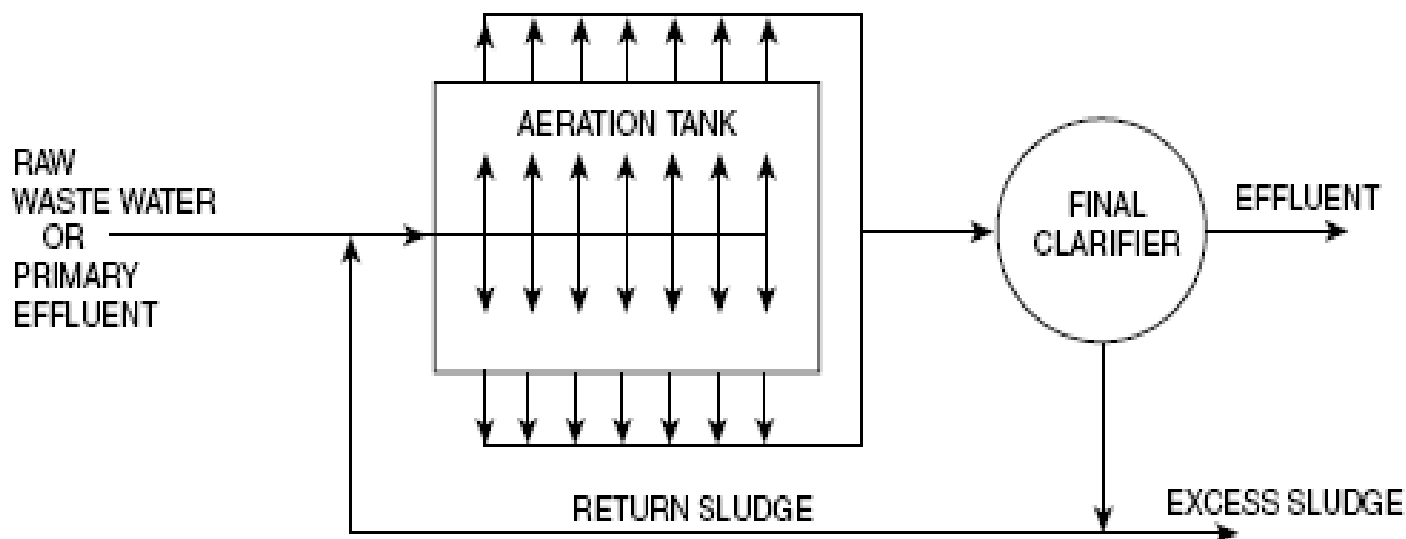


CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE PLANT

اختلاط کامل

در این روش رژیم هیدرولیکی مخزن اختلاط کامل است و محتویات راکتور یا مخزن هوادهی کاملاً با یکدیگر مخلوط می شوند و فرض بر این است که در هر نقطه از راکتور هوادهی غلظت **BOD** یکسان است.

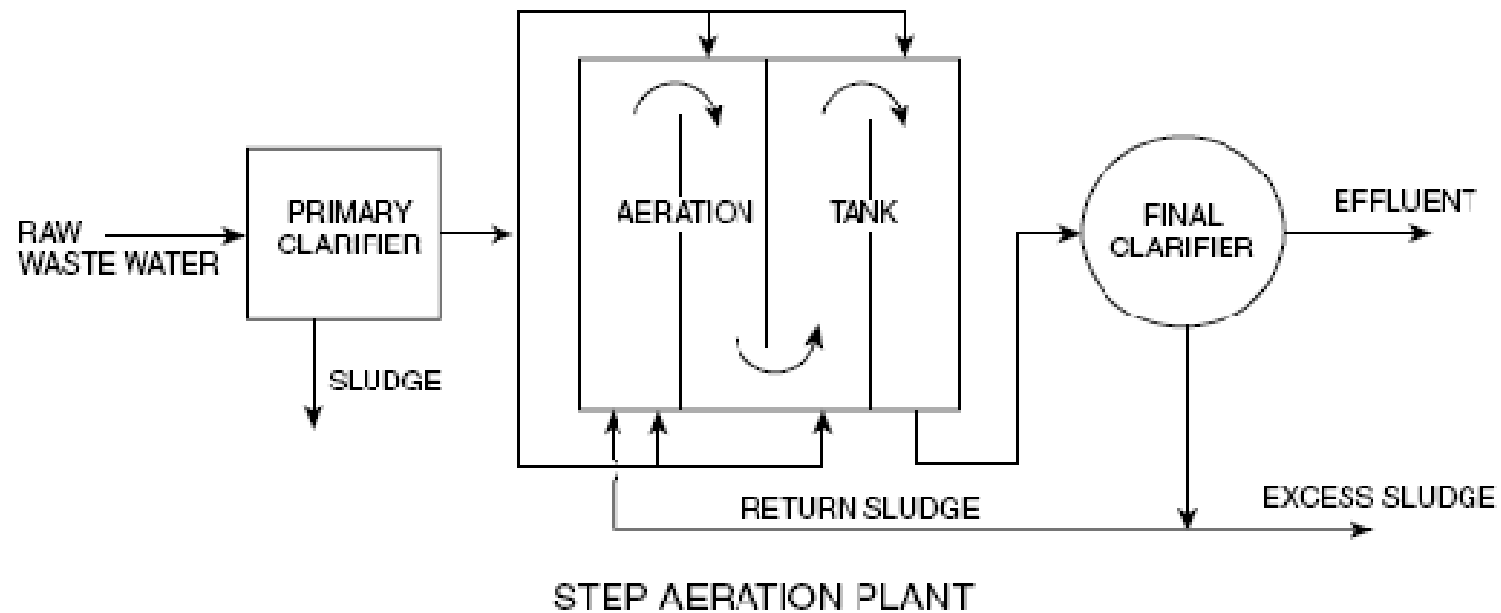
مزیت عمده سیستم انعطاف پذیری نسبی آن در مقابل شوک مواد سمی است. غلظت ماده سمی بلافاصله بعد از ورود به راکتور پخش شده و کاهش می یابد. غلظت اکسیژن ورودی متناسب با میزان بار مواد آلی است. راندمان سیستم نسبت به سیستم نهرگونه کمتر است و زمان ماند بالاتری دارد



COMPLETE MIX PLANT

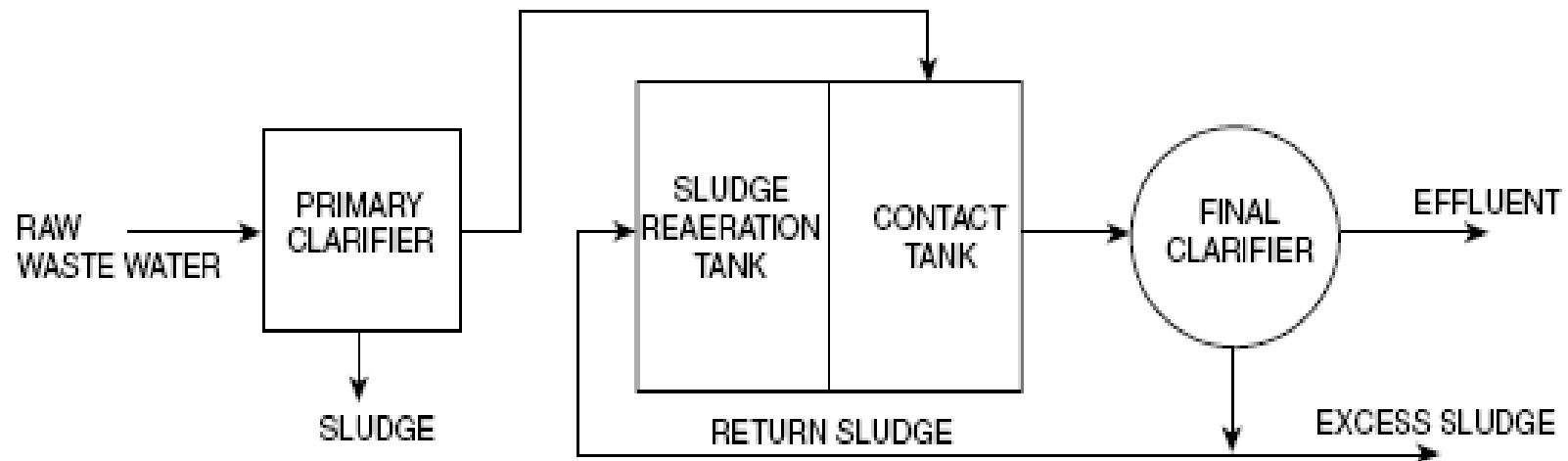
3. هوادهی پله ای

در این روش جریان نهرگونه است و هوادهی با افشانک انجام می شود
میزان تزریق اکسیژن ثابت است اما فاضلاب از چند نقطه به جای یکنقطه وارد می شود.



4. سیستم تثبیت تماسی

در این روش از خاصیت جذب میکروارگانیزم ها استفاده می شود. ابتدا در مخزن هوادهی ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به فاضلاب ورودی زمان داده می شود. در طی این مدت مواد آلی جذب بدن باکتری می شود ولی مصرف نمی شود. سپس این میکروارگانیزم ها در مخزن ته نشینی نهایی، ته نشین می شوند و در حدود ۳ تا ۶ هوادهی می شوند تا ماده آلی را مصرف نمایند. جریان در این روش از نوع نهرگونه بوده و با دیفیوژرهای یا هوادهای سطحی مکانیکی انجام می گیرد. این روش برای برای فاضلاب هایی که حاوی مواد کلوئیدی هستند مناسب است زیرا این مواد بهتر جذب میکروارگانیزم ها می شوند. اما ایراد این روش بهره برداری پیچیده آن است.



CONTACT STABILIZATION PLANT

محاسن و معایب سیستم لجن فعال

- سطح لازم برای ساختمان آن از روش های دیگر کمتر است.
- هزینه سازه ای آن از روش های دیگر کمتر است.
- بازدهی آن از روش های دیگر بیشتر است.
- حساسیت آن در مقابل تغییرات دما کمتر بوده و در زمستان هم بازده نسبتا مشابهی با تابستان دارد.
- بیشتر با استانداردهای زیست محیطی سازگاری دارد.

معایب روش لجن فعال

- هزینه بهره برداری آن معمولا بیشتر از روش های دیگر است.
- به نیروی بهره بردار متخصص نیاز دارد.
- نیاز به سرمایه گذاری ارزی بیشتری دارد.

یادآوری:

- انتخاب هر یک از روش های ذکر شده بستگی به شرایط محلی و توجیهات فنی و اقتصادی دارد.
- در کلیه روش های ذکر شده نیاز به تجهیزات مکانیکی پیشرفته بوده و هزینه سرمایه گذاری و بهره برداری آنها بالا می باشد.
- نیاز به پرسنل کارآمد و متخصص و قطعات و لوازم یدکی گران قیمت از مسایل مهم این روش ها است.

تصفیه خانه لجن فعال متعارف



اختلاط کامل



هوادهی پله ای



سیستم تثبیت تماسی



گندزدایی

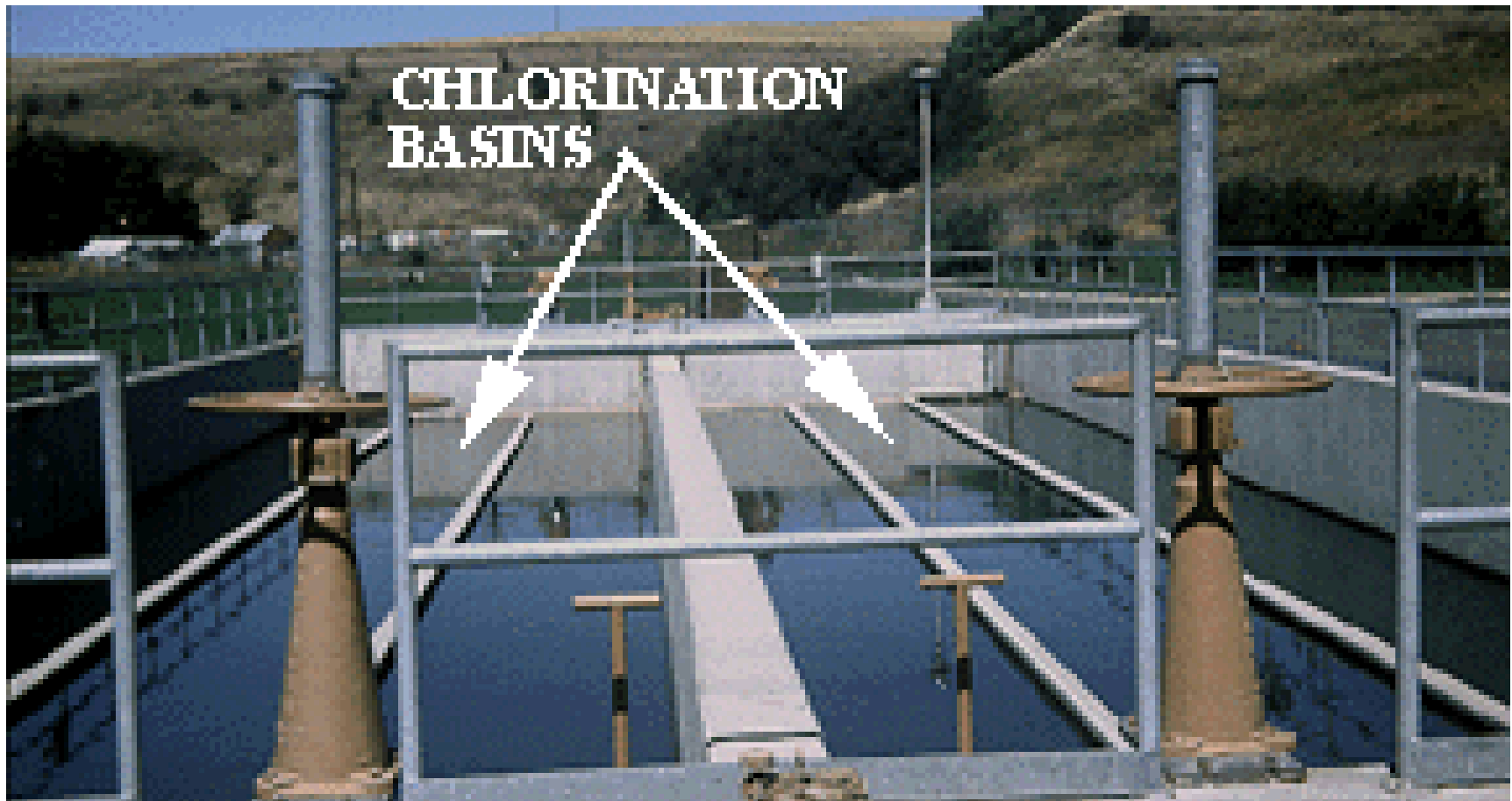
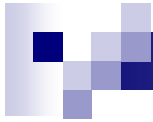
در هر تصفیه خانه پس از پایان آخرین مرحله تصفیه فاضلاب به منظور حذف عوامل بیماری زا به گندزدایی نیاز داریم.

متداول ترین روش گندزدایی از مواد شیمیایی اکسیدکننده نظیر ازن، کلر و ... می باشد. روش هایی نظیر استفاده از پرتوهای گاما، UV، و یا روش حرارتی نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی در مجموع کلر بدلیل ارزانی، سادگی کاربرد، راندمان مناسب و داشتن خاصیت باقی ماندگی در آب یا پساب کاربرد بیشتری دارد.

کلر به صورت گازی یا با استفاده از پودرهای هیپوکلریت سدیم یا کلسیم به استفاده می رسد. روش استفاده از پودر پر هزینه ولی آسان و کم خطر است به همین دلیل در اجتماعات کوچک کاربرد دارد.

میزان کلر تزریقی بسته به نوع فرآیند انتخابی می تواند بین ۶ تا ۱۰ میلی گرم بر لیتر متغیر باشد. برای سیستم لجن فعال میزان کلر تزریقی معمولاً ۸ میلی گرم بر لیتر می باشد. معمولاً یک دستگاه کلریناتور را به عنوان رزرو همیشه در نظر می گیریم. مطابق با استانداردها باید کلر مصرفی ۳ ماه در محل کلرزنی ذخیره گردد.

DECHLORINATION: The remaining chlorine residual must be removed by addition of sodium bisulfite. It has been determined that a chlorine residual greater than 0.038 mg/l (ppm) may adversely affect the watershed.



تصفیه لجن

لجن مازادی که از واحدهای مختلف تصفیه خانه نظیر ته نشینی اولیه و ثانویه گرفته می شود حاوی تمام آلاینده های موجود با غلظتی چند برابر می باشد. لجن تازه از نظر حجمی حدود یک درصد گل فاضلاب را در بر می گیردولی تصفیه آن بسیار پرهزینه و پیچیده است. هزینه تاسیسات هضم لجن گاهی حدود نصف تمام هزینه ی یک تصفیه خانه را در بر می گیرد.

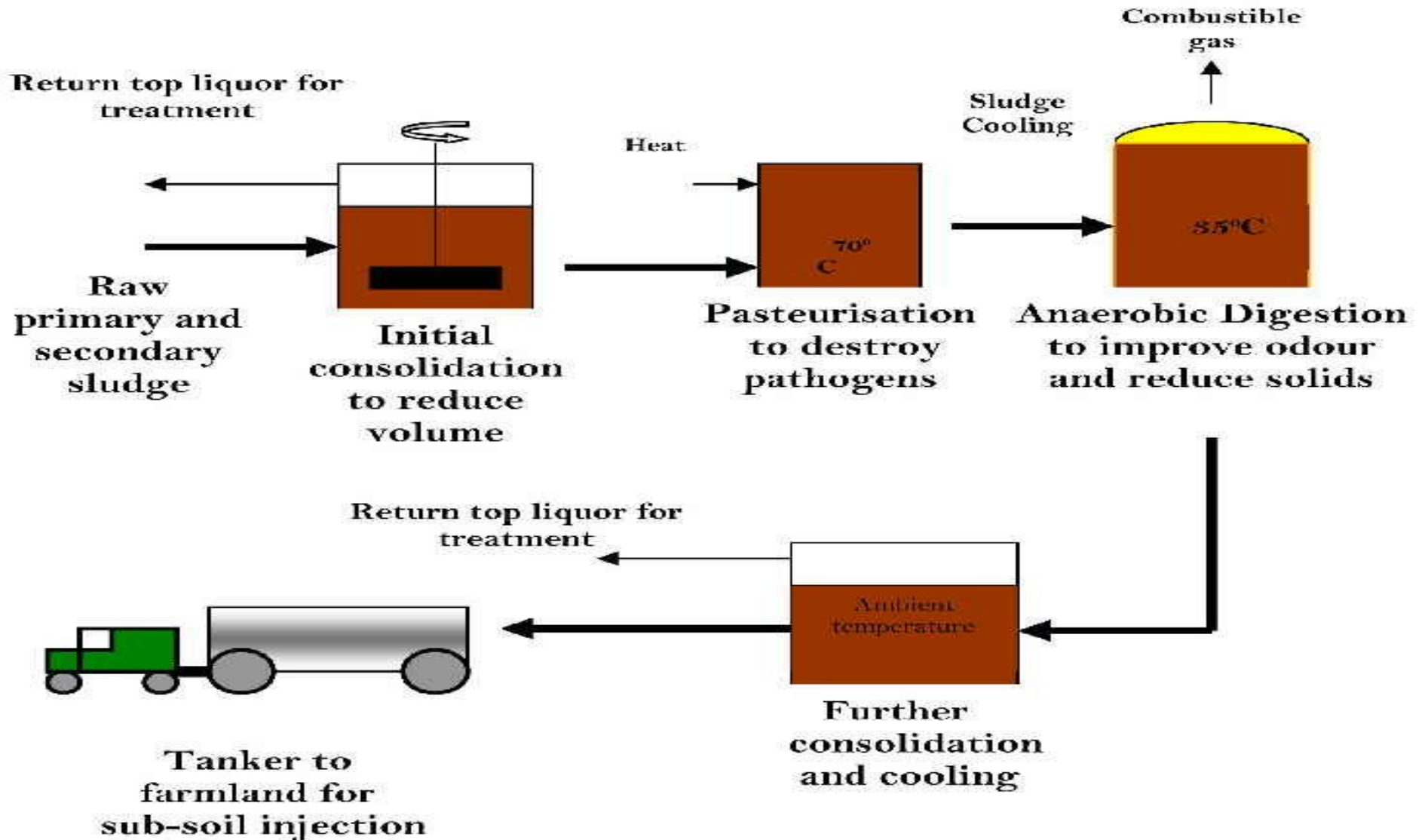
اهداف مدیریت لجن

1. عملیات انجام شده بر روی لجن باید اقتصادی و ارزان باشد.
2. استفاده مجدد از لجن مد نظر باشد.
3. ویژگی های نامطلوب لجن حذف شود.
4. آب لجن گرفته شود.

مشکلات کار با لجن

- تولید بو به دلیل بالابودن میزان مواد آلی
- حجم بالای آب لجن (معمولا لجن فقط دارای ۵ درصد ماده خشک است و مابقی آن آب است).

مراحل متعارف تصفيه لجن




عملیات و فرآیندهای تصفیه لجن

الف: تغلیظ لجن

با توجه به بالابودن حجم لجن در اولین مرحله باید لجن غلیظ شود تا حجم سایر تاسیسات فرآوری لجن کم شود.

روش های تغلیظ لجن:

- روش ثقلی: در یک حوض ته نشینی به لجن زمان داده می شود تا جامدات آن ته نشین شود.
- روش شناورسازی: این روش برای لجنی که دانسیته کمی دارد نظیر لجن ثانویه مناسب است. با کم کردن فشار و دمیدن هوا لجن به سطح آمده و می توان آنرا جدا نمود.
- روش مکانیکی: استفاده از سانتریفیوژ یا انواع فیلترها (نواری، تحت خلا و تحت فشار).



هضم لجن: عملیات کاهش مواد آلی در این مرحله انجام می گیرد و با این کار پتانسیل تولید بو کاهش داده می شود.
معمولا غلظت لجن از ۱-۳ درصد به ۷-۱۰ درصد در تغلیظ کننده های لجن قبل از اینکه وارد هاضم لجن شوند رسیده است.

بارگذاری لجن در حالت کم **40-100 lb/1000 lb/ft³/day** و در حالت زیاد **150-400 lb/ft³/day** می باشد.

زمان ماند لجن در هاضم بیهوازی لجن مابین ۳۰-۶۰ روز برای بارگذاری کم و ۱۰-۲۰ روز برای بارگذاری زیاد می باشد.
دو نوع هاضم بیهوازی موجود:

هاضم یک مرحله ای

هاضم دو مرحله ای

در این هاضم ها مواد آلی به گازهای متان و دی اکسید کربن تبدیل می شود.

Single Stage, Standard Rate Anaerobic Digester

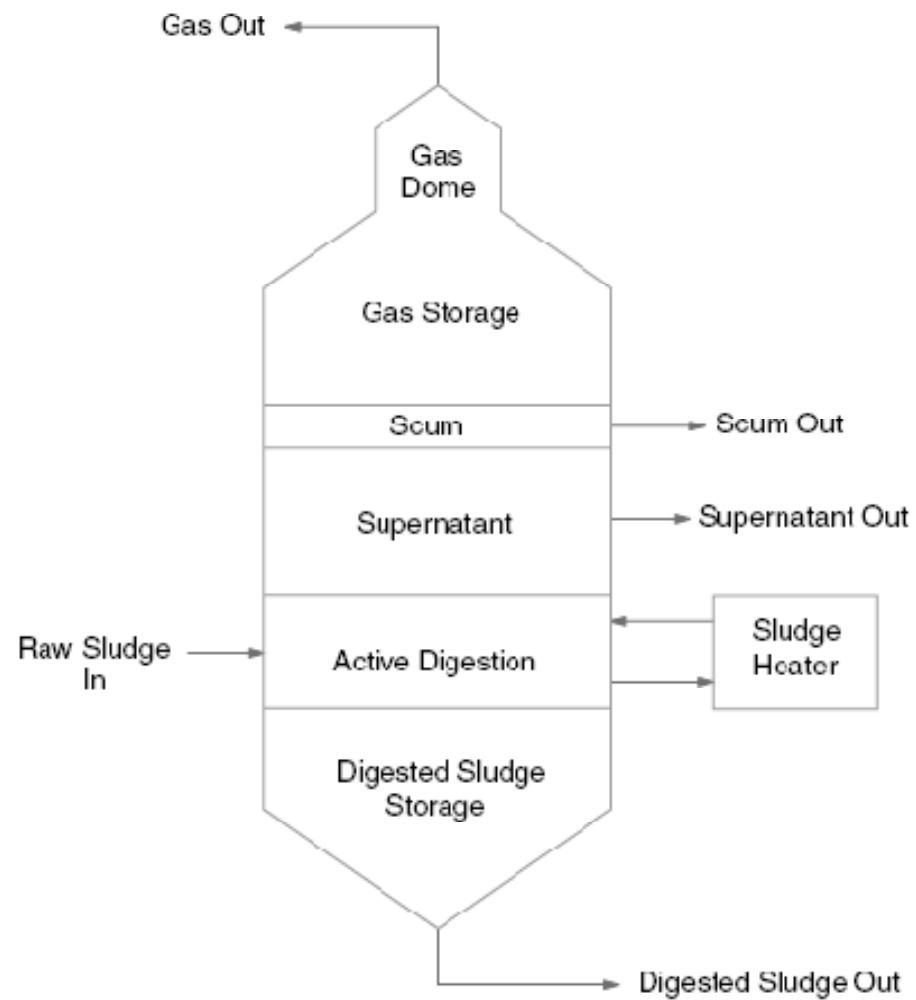


FIGURE 12.2 Single stage conventional anaerobic digester.

Two Stage, High Rate Anaerobic Digester

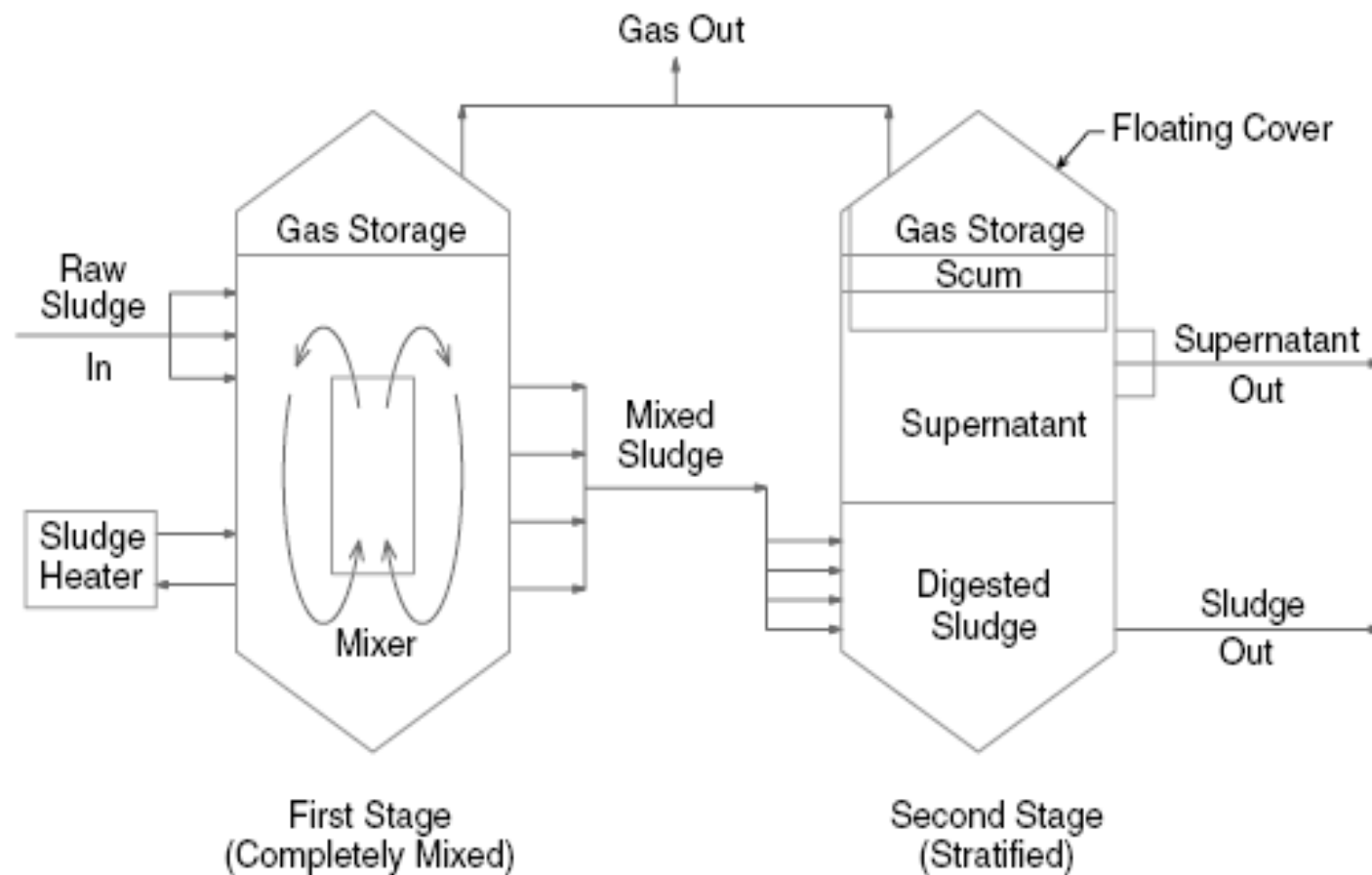


FIGURE 12.3 Dual stage high rate digester.

پ- فرآوری لجن

لجن پس از اینکه هضم شد (سلول های زنده خود را از دست داد براحتی آب خود را از دست خواهد داد

در این مرحله برای فرآوری لجن روش هایی نظیر افزودن اهک آلوم کلرید آهن و پلیمرها یا استفاده از روش های حرارتی یا فرآوری حرارتی استفاده می شود.

ت) آبیگری لجن:

- آبیگری مکانیکی: استفاده از سانتریفیوژ یا انواع فیلتر
- استفاده از بستر لجن (به دلیل اینکه لجن هضم شده است یعنی فاقد مواد آلی است مشکل تولید بو یا حشرات ندارد).
- خشک کن های لجن: در صورتی که لجن کاملا آبیگری نشده باشد از این روش برای خشک کردن کامل لجن استفاده می شود.

- **دفع نهایی:** لجن خشک شده می تواند به عنوان کود به مصرف کشاورزی برسد یا اینکه برای ساختن مصالح ساختمانی نظیر مزائیک یا سیمان استفاده شود به ویژه در حالتی که از خشک کن استفاده شده باشد.

هاضم بیهوازی تخم مرغی لجن

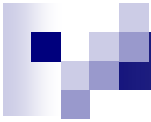


هاضم بی‌هوازی استوانه ای لجن



آبگیری از لجن به روش سانتریفیوژ







مصارف مجدد فاضلاب در کشاورزی

. در مصرف مجدد فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی مهمترین عامل انتخاب زمین است . زمین مورد نظر باید از خصوصیات زیر برخوردار باشد:

1- زمین انتخابی باید نزدیک اجتماعاتی که فاضلاب ناشی از فعالیتهای آن به مصرف کشاورزی می رسد باشد تا از هزینه های پر خرج انتقال جلوگیری به عمل آید .

2- کیفیت خاک زمین انتخابی از نظر مناسب بودن برای کشاورزی بایستی مورد توجه قرار گیرد.

3- جهت باد طوری نباشد که احیاناً بوهای ناشی از تجزیه مواد آلی فاضلابی که صرف آبیاری شده به طرف اجتماعات جریان یابد .

4- فاصله زمین انتخابی از آخرین نقطه شبکه جمع آوری فاضلاب یا محل تصفیه خانه طوری باشد که باعث محدودیت توسعه آینده شهری نگردد و همانطور که گذشت این فاصله اگر زیاد دور باشد ،انتقال فاضلاب هزینه های زیادی در بر خواهد داشت .

5- زمین انتخابی برای مصرف فاضلاب باید از بافت وضعیت خاک ، میزان نفوذ پذیری سطح آبهای زیر زمینی مورد مطالعه دقیق قرار گیرد و توپوگرافی زمین و نقشه های مربوطه قبل از اقدام به مصرف مجدد فاضلاب در آن به دقت بررسی گردد تا نحوه توزیع فاضلاب در آن مشخص شود .

مصارف مجدد فاضلاب در کشاورزی

- میزان تولید اغلب محصولات کشاورزی همچون چغندر قند با مصرف فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری به مراتب زیادتر از مصرف آب خالص همراه با کودهای شیمیایی برای آبیاری است .
- وجود مقادیر قابل توجهی فسفات و ازت در فاضلاب که تماماً مواد باارزش از نظر باروری مصرف فاضلاب کشاورزی هستند خاصیت افزایش تولیدات کشاورزی را در مصرف فاضلاب به عنوان آبیاری به آن بخشیده است

مصارف مجدد فاضلاب در کشاورزی

معمولاً محصولاتی که از طریق آبیاری با فاضلاب به دست می آیند شامل دو قسمت زیر است :

۱ - محصولاتی که حیوانات از آن استفاده می نمایند مانند علوفه ، ذرت که مخصوص پرورش حیوانات شیر ده است .

۲ - محصولاتی که فقط به مصرف انسان می رسد که خود در دو گروه متمایز زیر قابل بررسی است :

- محصولاتی که قبل از مصرف پخته می شوند .
- محصولاتی که بدون پخته شدن مستقیماً توسط انسان مصرف می گردد .

از گروه اول می توان به سیب زمینی ، پیاز و سیر اشاره نمود و از گروه دوم می توان به گوجه فرنگی ، فلفل، کاهو ، هلو، زرد آلو ، و بادمجان اشاره کرد .

- بهتر است محصولات آبیاری شده با فاضلاب به گروه موادی که قابل خوردن هستند تعلق نداشته باشد بعنوان مثال پنبه یا انواع درخت که از چوب آن استفاده می شود را می توان با فاضلاب آبیاری نمود . چنانچه بعلت شرایط خاصی این عمل مقدور نیست لاقلاً محصولاتی را با فاضلاب آبیاری کرد که به صورت خام مصرف نمی شوند ، مثل سیب زمینی و گیاهان دانه ای .

- آبیاری کاهو ، گوجه فرنگی و خیار با فاضلاب تصفیه شده صحیح نیست .

استانداردها و نکات مصرف فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی

نحوه استفاده از فاضلاب و لجن در کشاورزی و استانداردهای موجود در این زمینه به قرار زیر هستند :

- حداکثر تعداد کلی فرم در یکصد میلی لیتر فاضلاب نباید بیشتر از یکصد عدد باشد . این رقم در ۸۰ درصد نمونه های فاضلاب احیا شده باید برقرار باشد . در مورد آبیاری جنگل تعداد کلی فرم در هر یکصد میلی لیتر فاضلاب تا ۱۰۰۰ عدد قابل قبول است .
- **BOD** فاضلاب مصرفی برای آبیاری را تا ۱۰۰ میلی گرم در لیتر تعیین نموده اند .
- **PH** فاضلاب برای آبیاری بین ۶ تا ۸ مجاز است .
- حد اقل تماس کلر با فاضلاب تصفیه شده مصرفی کمتر از یکساعت نباشد .
- فاضلاب تصفیه شده مصرفی در کشاورزی نباید در موارد شرب به کار رود .
- کلر موجود در فاضلاب تصفیه شده مصرفی برای آبیاری نباید از ۱۰ میلی گرم در لیتر تجاوز نماید

استانداردها و نکات مصرف فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی

- میوه یا محصولاتی که خام یا پخته بکار میروند ، حداقل 7 روز قبل از برداشت نبایستی با فاضلاب آبیاری گردد .
- اولین چریدن چهار پایان در جائی که علوفه آن از طریق آبیاری با فاضلاب بدست آمده ، حداقل ۷ روز بعد از آخرین آبیاری (هر آبیاری) باشد .
- در آبیاری قطره ای با فاضلاب حد اقل فاصله تا نقاط مسکونی کمتر از ۱۰۰ متر نباشد .
- کارگران مزارع موظف به استفاده از چکمه و دستکش بوده و بعد از اتمام کار در مزارع دست خود را با آب محتوی ماده ضد عفونی کننده بشویند .
- از جاری شدن فاضلاب تصفیه شده مصرفی در آبیاری بر روی جاده ها جلوگیری به عمل آید .
- در مزارع و جنگل در نقاط مختلف اخطارهایی به منظور آگاهی مردم از مصرف فاضلاب تصفیه شده نصب گردد .

مصارف عمده این فاضلا بها آبیاری زمینهای کشاورزی و تولید مواد غذایی است

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف نیتروژن به روش نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون

همانطور که در شناسائی **BOD** بیان شد، اکسیداسیون مواد آلی فاضلاب در حالت هوازی در دو مرحله انجام می گیرد.

1. مربوط به اکسیداسیون مواد آلی کربن دار بوده که از نخستین لحظه ی قرار گرفتن فاضلاب در مجاورت اکسیژن شروع و تا روز بیستم ادامه دارد.


و مرحله دوم به اکسیداسیون مواد آلی ازت دار است که از حدود روز دهم شروع شده و مدتها (حدود سه ماه) ادامه خواهد یافت.

نتیجه کاربakterیها در مرحله دوم اکسیداسیون تولید نمکهای معدنی نیتريتها و نیتراتها می باشند و لذا این مرحله به نام نیترات سازی نامیده می شود.

بakterیهائی که در مرحله دوم مواد آلی ازت دار تاثیر می کنند یک خانواده ی ویژه ای از bakterیهای بی هوازی می باشند.

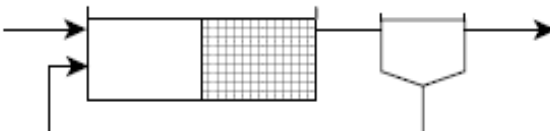
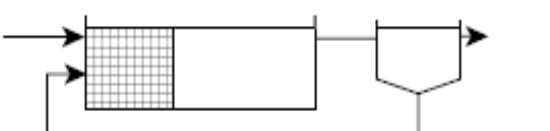
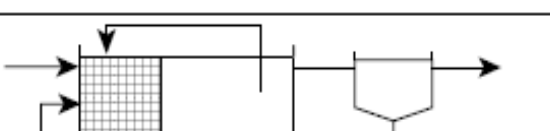
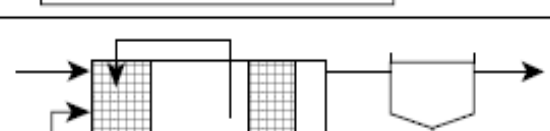
در تصفیه خانه های فاضلاب شهری نباید تنها به تبدیل مواد آلی ازت دار به مواد معدنی اکتفا نمود بلکه باید به گونه ای این ترکیبات ازت دار را از فاضلاب دور ساخت این کار به نام نیترات زدائی (دنیتریفیکاسیون) نامیده می شود.

در تصفیه خانه های فاضلاب که به روش هوادهی کار می کند معمولاً حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل ترکیبات ازت دار موجود در فاضلاب توسط لجنی که از استخر ته نشینی نخستین برداشت می شود و حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد توسط لجن بدست آمده از استخرهای ته نشینی نهایی کاسته می شود. در صورتی که وجود ترکیبات ازتی باقی مانده در فاضلاب از نظر حساسیت منابعهای طبیعی آب زیان بخش تشخیص داده می شود. با توجه به محلول بودن آنها باید با کمک استخرهای ویژه ای کار نیترات زدائی انجام گیرد.¹⁵


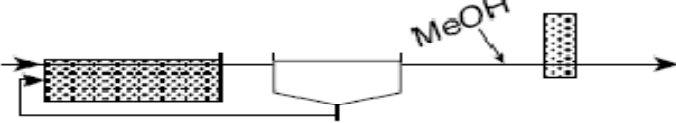
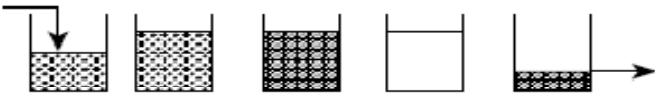
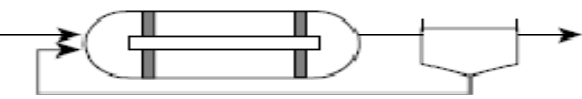
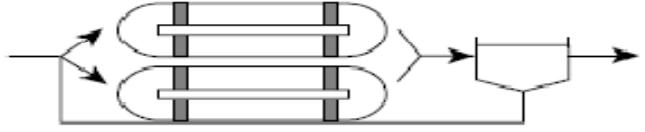
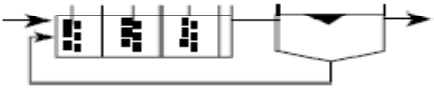

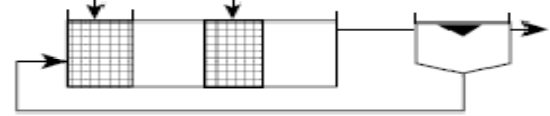


در این استخرها با کمک خانواده ی ویژه ای از باکتریهای بی هوازی و باحیاهای پی در پی نخست نیتрат به نیتريت و سپس به گاز ازت تبدیل شده از حوزه ی عمل بیرون می رود. این فرایند ممکن است گاهی در استخرهای ته نشینی نهائی که مدت زمان توقف فاضلاب در آنها زیاد انتخاب شده باشد نیز خود به خود رخ دهد. در این صورت بیرون آمدن گازازت موجب بالا آمدن دوباره ی لخته های لجن به سطح استخر شده، عمل ته نشینی را مختل می سازد .

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف نیتروژن

		Substrate Level Denitrification	Endogenous Level Denitrification	Separate Stage Nitrification	Mixed Nitrification/Denitrification	Fixed Film	Chemical (methanol) Addition	Internal Recycle
	1. Wuhrman		X					
	2. Ludzack-Ettinger	X						
	3. MLE	X					X	X
	4. Bardenpho	X	X				X	X

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف نیتروژن

	5. Trickle Filter			x		x	x	
	6. Activated Sludge Fluidized Bed			x		x	x	
	7. SBR				x			
	8. Oxidation Ditch				x			
	9. Biodenitro				x			
	10. Biolac				x			
	11. Counter Current Aeration				x			
	12. Step Feed Denitrification	x	x					

Typical biological nitrogen removal schemes.

FIGURE 10.5 System for nitrogen removal.

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف نیتروژن

SEQUENTIAL CARBON OXIDATION-NITRIFICATION-DENITRIFICATION

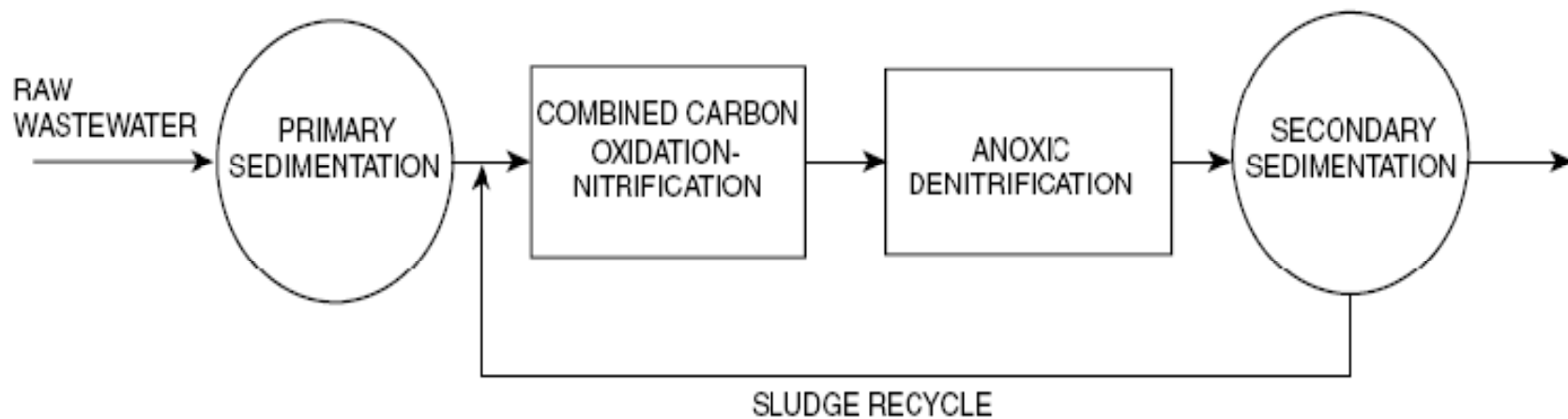


FIGURE 10.6 Nitrification/denitrification system for nitrogen removal. The process control is somewhat difficult because the wastewaters can become strongly anaerobic in the clarifier and generate gas bubbles, defeating the purpose of the clarifier, also the wastewater will have to be aerated prior to discharge in order to comply with stream standards.

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف فسفر

Domestic wastewaters contain between 6 and 20 mg/l total phosphate, of which only 10–15% is organic phosphate. The balance is inorganic phosphate that is generally obtained from detergents and other fertilizer sources.

فسفات موحد در پساب تخلیه شده به آب های پذیرنده موجب رشد جلبک تک سلولی سبز آبی می شود که باعث بروز پدیده یوتریفیکاسیون (پیرشدگی) در آب های پذیرنده می شود.

حد مناسب یون فسفات برای جلوگیری از بروز این پدیده ۰.۲ میلی گرم در لیتر می باشد. بدون داشتن تصفیه تکمیلی رسیدن به این حد مقدور نیست.

فسفر بیشتر به صورت پلی فسفات می باشد.

حذف فسفر به دو روش صورت می گیرد:

بیولوژیکی

شیمیایی: یون فسفات توسط یون دیگری

پدیده اوتریفیکاسیون به دلیل تخلیه فسفر به داخل دریاچه

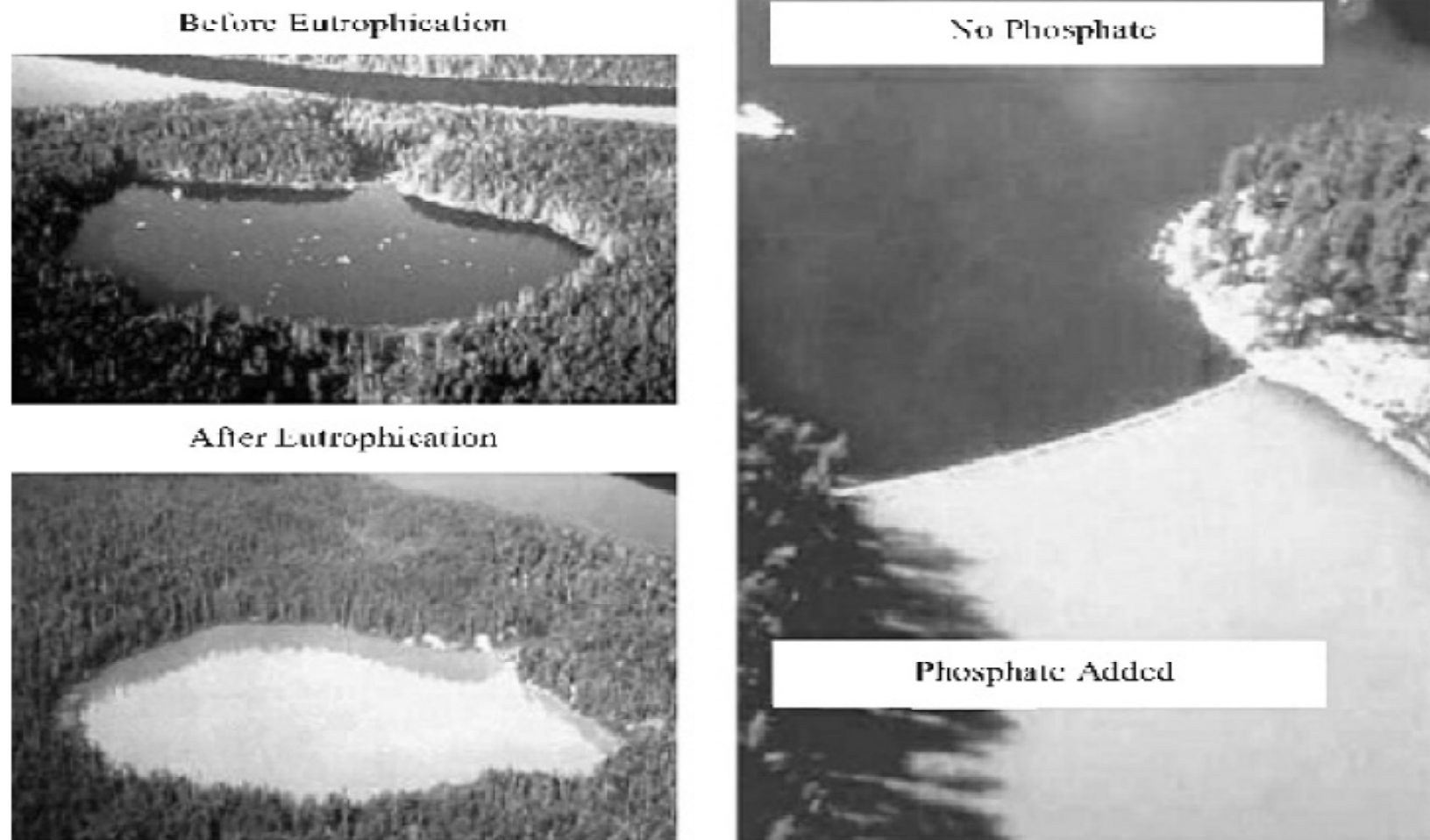
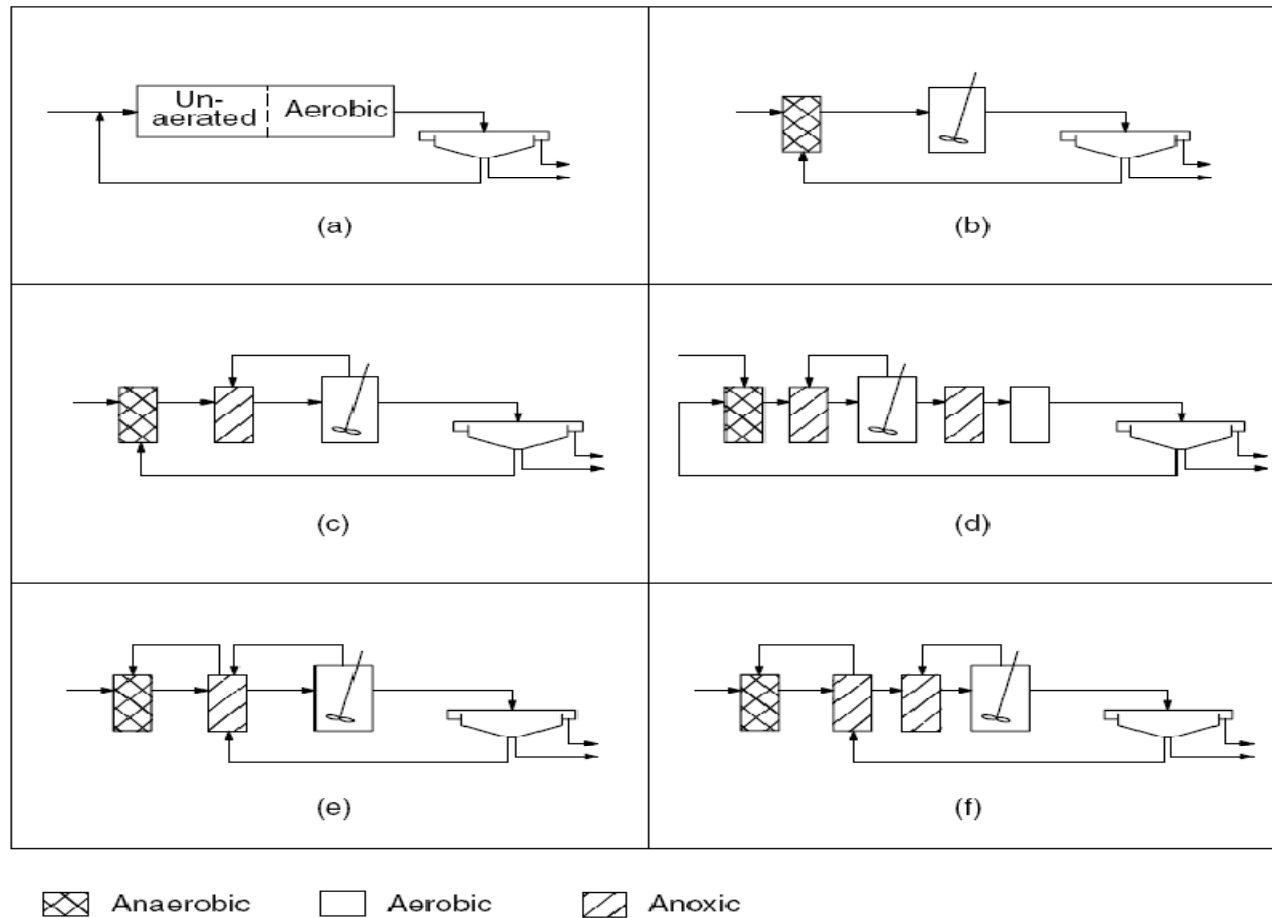


FIGURE 11.1 Several lakes showing the effects of algal blooms because of phosphorous levels in the lake.

تصفیه تکمیلی فاضلاب: حذف فسفات به روش بیولوژیکی



Principal Phosphorous Removal Systems: (a) modified activated sludge system, (b) "Phoredux" two stage system, (c) "Phoredux" three stage system, (d) Bardenpho System (modified by "Phoredux"), (e) System developed by University of Cape Town (South Africa), and (f) UCT process modified for biological P and N removal.

FIGURE 11.2 System of phosphorous removals. Note that the similarities between these processes and the ones in Figure 10.5.

برکه های تثبیت فاضلاب



- برکه ها استخر و لاگون های ساخته شده ای بوده که اغلب با یک دیوار خاکی محدود شده است
- فاضلاب محبوس شده و باکتری ها آن را تثبیت می کنند.



مزایای برکه های تثبیت

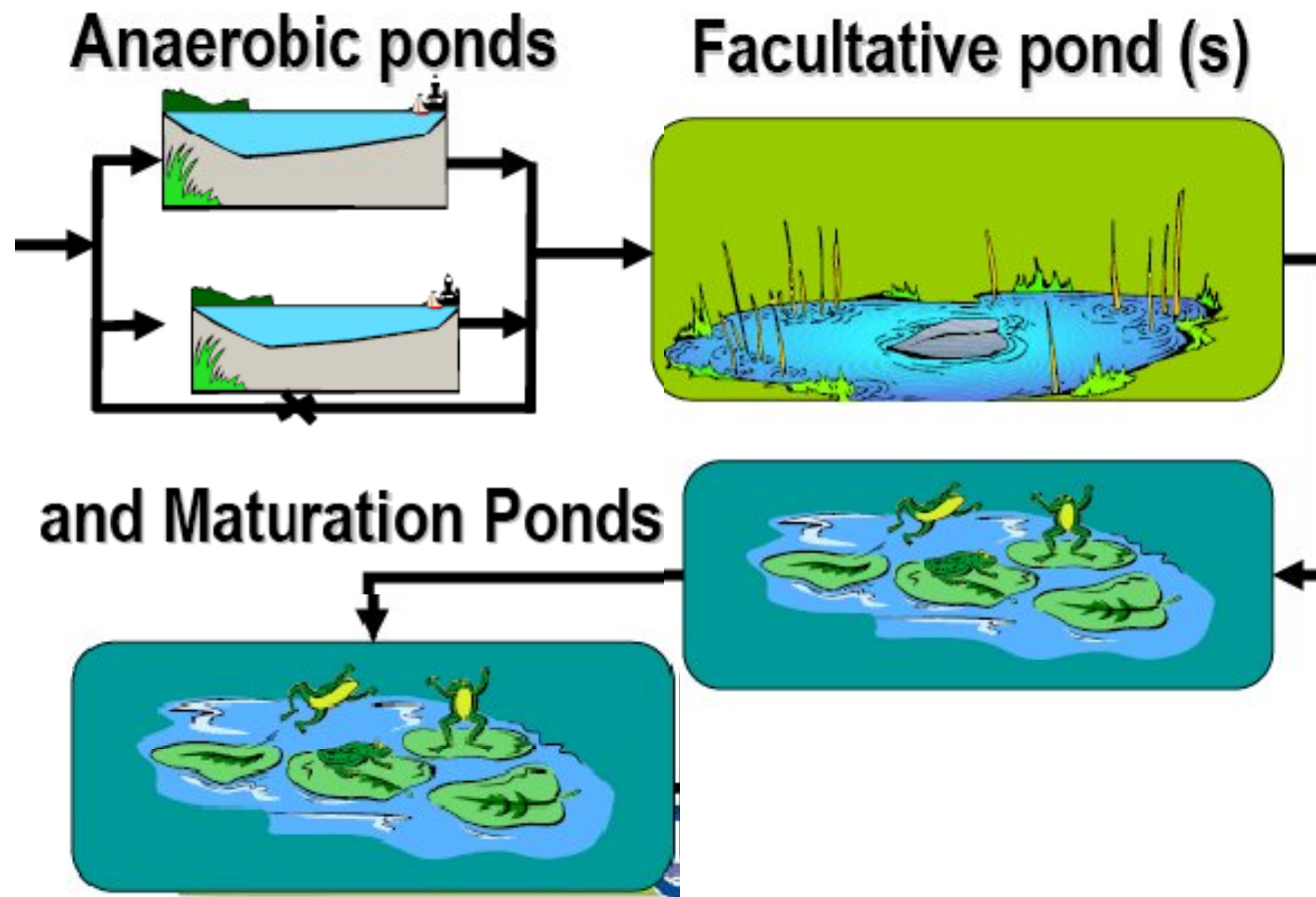
- برای حذف عوامل بیماریزا بسیار موثر بوده و بنابراین خروجی برای استفاده مجدد مناسب است
- حذف BOD موثر
- ساخت، نگهداری و مدیریت ارزان و ساده
- نیاز به انرژی کم
- مدیریت لجن ساده



مزایای برکه های تثبیت

- نیاز به زمین زیاد
- تاثیرپذیری شدید عملکرد از دما
- داشتن پتانسیل انتشار بو
- درجه کم کنترل راهبری

یک سیستم متعارف برکه تثبیت



خلاصه برکه های تکمیلی

نمونه کیفیت خروجی برکه های تکمیلی

BOD ۵۰-۱۰ mg/l

TSS ۱۰۰-۲۰ mg/l

کلiform مدفوعی ۱۰۰۰-۱۰۰ ۱۰۰ ml/l

تخم انگل ۰ ۱/لیتر

خروجی استخرهای تکمیلی توصیه مستقیم ضوابط WHO برای استفاده مجدد در آبیاری است.